

CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION
DE QUELQUES SOLS DU CENTRE SUD DE HAUTE - VOLTA
EN RELATION AVEC LEUR FERTILITE

MÉMOIRE DE DEUXIEME ANNÉE

par

Nabsanna Prosper ZOMBRE
Élève Pédologue



CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION
DE QUELQUES SOLS DU CENTRE SUD DE HAUTE-VOLTA
EN RELATION AVEC LEUR FERTILITE

-000-

Nabsanna Prosper ZOMBRE

Elève Pédologue 2ème année

O.R.S.T.O.M. - Bondy

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
I - INTRODUCTION	1
II - PRESENTATION DU MILIEU	3
1. Localisation	3
2. Climat	3
3. Végétation	11
4. Relief et hydromorphie	11
5. Géologie	12
6. Erosion - Action de l'homme	15
7. Conclusions	17
III - PRESENTATION DES FAITS	18
A - <u>Faits de terrain</u>	18
1. Méthodologie	18
2. Prospection et carte pédologique	18
3. Régime hydrique	23
4. Biomasse herbacée	24
5. Constatations - Conclusions	24
B - <u>Données physiques</u>	26
1. Granulométrie	26
2. Données hydriques de laboratoire : PF 2,5 ; PF 4,2	31
3. Porosité sur motte	37
4. Indice d'instabilité structurale	40
5. Régime hydrique des sols du bassin-versant	43
6. Constatations- Conclusions	64
C - <u>Données physiques et physico-chimiques</u>	64
1. Vertisols	65
2. Sols halomorphes	65
3. Sols ferrugineux tropicaux	69
4. Sols alluviaux	69
5. Calcaire total	72
6. Conclusions sur la physico-chimie des sols	72
D - <u>Données sur la matière organique</u>	74
1. Le carbone organique total, l'azote total, le C/N	74
2. Les différentes fractions de la matière organique	79
3. L'humine totale	89
4. Conclusions sur les données de la matière organique	91
5. Les fractions de l'humine	92
6. Fractionnement des acides humiques par électrophorèse	
sur papier	98
- Principe	98
- Electrophorégrammes	98
- Conclusions	112
E - <u>Relations entre données de matière organique et données physiques</u>	112

	<u>Page</u>
F - <u>Facteurs limitant l'utilisation des sols</u>	114
1. Facteurs physiques	116
2. Facteurs chimiques	119
3. Facteurs liés à la matière organique	120
G - <u>Conclusions générales</u>	122
BIBLIOGRAPHIE	127
ANNEXES	133
. <u>Données granulométriques</u>	134
. <u>PF 4,2 des profils ayant servi à l'étude du régime hydrique</u>	136
. <u>Porosité des profils ayant servi à l'étude du régime hydrique</u>	137
. <u>Tableau de $\frac{N \text{ humine}}{N \text{ sol}}$ des différents sols</u>	138
. <u>Définition des unités cartographiques</u>	139
. <u>Description des profils : Vertisols</u>	143
. <u>Sols ferrugineux tropicaux</u>	153
. <u>Sols halomorphes</u>	163
. <u>Sols peu évolués</u>	169

Liste des figures et tableaux.

	<u>Page</u>
<u>Figure 1</u> Carte de localisation de la zone d'étude	4
<u>Figure 2</u> Histogramme de la pluviométrie de Garango (année 1981)	6
<u>Tableau 1</u> Moyenne annuelle des pluies de Garango (1965 à 1981)	6
<u>Figure 3</u> Bilan hydrique du sol selon la méthode COCHEME et FRANQUIN. Station Fada N'Gourma	7
<u>Figure 3bis</u> Humidité relative (H.R.), moyenne mensuelle en % et évapotranspiration potentielle (ETP)	8
<u>Figure 4</u> Variations mensuelles de la température	9
<u>Tableau 2</u> Températures moyennes maximales et minimales sous abri	10
<u>Tableau 3</u> Humidité relative moyenne (%) à 6 h, 12 h, 18 h	10
<u>Figure 5</u> Carte géologique du bassin versant	14
<u>Figure 6</u> Carte de la localisation des profils étudiés	20
<u>Figure 7</u> Carte pédologique du bassin-versant	22
<u>Figure 8</u> Répartition granulométrique des échantillons dans le triangle des textures (INRA)	27
<u>Figure 9</u> Variation de la composition granulométrique dans les horizons de surface	29
<u>Figure 10</u> Variation de la granulométrie avec la profondeur	30
<u>Figures 11 et 11 suite</u> Courbes superposées des PF et de porosité	32-33
<u>Figures 12 et 13</u> Relation A + L et PF 4,2	34-36
<u>Figure 14</u> Courbes de porosité des différentes classes de sol	38
<u>Figure 15</u> Graphique de porosité en fonction de l'humidité équivalente	39
<u>Figure 16</u> Indice d'instabilité structurale des différentes classes de sol en fonction de la profondeur	41
<u>Tableau 4</u> Résultats des analyses de la stabilité structurale	42
<u>Figure 18</u> Séquence des profils ayant servi à l'étude du régime hydrique	44
<u>Figure 19</u> Pluviométrie journalière et date de mesure d'humidité des sols	46
<u>Figures 20 et 20bis</u> Réserve hydrique des vertisols	48-49
<u>Figures 21 et 21bis</u> Réserve hydrique des sols halomorphes	51-52
<u>Figures 22, 22bis et 22ter</u> Réserve hydrique des sols ferrugineux tropicaux	54 55-56
<u>Figure 23</u> Réserve hydrique des sols peu évolués alluviaux	59
<u>Figure 24</u> Courbe des humidités en fonction de la profondeur à trois niveaux du profil	61-63

	Page
<u>Tableau 5</u> Données physico-chimiques des vertisols	66
<u>Tableaux 6 et 6bis</u> Données physico-chimiques des sols halomorphes	67-68
<u>Tableau 7</u> Données physico-chimiques des sols ferrugineux tropicaux	70
<u>Tableau 8</u> Données physico-chimiques des sols alluviaux	71
<u>Tableau 9</u> Co_3Ca total	73
<u>Tableau 10</u> Données sur le carbone total, l'azote total et le C/N	75
<u>Tableau 11</u>	
<u>Tableaux 12 et 12 suite</u> Données sur les fractions de l'humus en valeur absolue	84-85
<u>Tableaux 13 et 13 suite</u> Données sur les fractions de l'humus en valeur relative	85-86
<u>Figure 25</u> Variation des fractions organiques en fonction de la profondeur	90
<u>Tableau 14</u> Les différentes fractions de l'humine	95
<u>Figure 26</u> Répartition des fraction de l'humine dans les horizons de surface	96
<u>Tableau 15</u> Résultats de la séparation des acides humiques par électrophorèse sur papier	99
<u>Figures 27 et 27bis</u> Electrophorégrammes des vertisols	101-102
<u>Figure 28</u> Electrophorégrammes des sols halomorphes	103
<u>Figure 29</u> Electrophorégrammes des sols ferrugineux	105-107
<u>Figure 30</u> Electrophorégrammes des sols peu évolués	108-111

I - INTRODUCTION.

Le but de cette étude est de caractériser quelques sols représentatifs du Centre Sud de la Haute-Volta en relation avec leur fertilité; des études antérieures allant dans le même sens ont été menées dans d'autres régions de ce pays notamment sur des sols colluviaux de Bérégadougou (SOURABIE, 1979) et des sols ferrugineux de la région de Fada N'Gourma (PALLO, 1981).

Il s'agit dans notre travail d'aborder le problème avec d'autres classes de sol représentatives du Centre Sud du pays : les vertisols, les sols halomorphes, les sols ferrugineux et les sols alluviaux. La prospection et la cartographie pédologique à petite échelle (1/500.000e) (KALOGA, 1968) et les travaux de BOULET (1975) dans cette région nous ont permis de faire un choix et de délimiter un bassin versant avec un maximum de chance de retrouver ces sols.

Le thème du sujet portant sur la fertilité, l'approche qui nous a semblé objective quoique incomplète était, d'une part sur le terrain :

- de réaliser une carte à grande échelle du bassin versant ;
- de suivre le régime hydrique des différents types de sol du mois de juillet à la mi-novembre, correspondant à l'essentiel de la saison des pluies par des mesures directes d'humidité du sol à différentes profondeurs ;
- d'estimer la biomasse notamment herbacée de ces sols par des mesures pondérales sur le terrain d'après la méthode de la récolte intégrale (LEVANG et GROUZIS, 1980) ;

D'autre part en laboratoire de réaliser un certain nombre d'analyses, physiques, physico-chimiques et surtout une étude détaillée de la matière organique dans ces sols.

La confrontation des données de terrain et de laboratoire peut présenter un intérêt certain tant d'un point de vue scientifique que pratique ; des facteurs limitant l'utilisation de chaque classe de sol pourront être dégagés.

Nous espérons présenter ici un travail valable, malgré le temps relativement court pour l'exploitation des résultats analytiques.

Enfin, nous ne saurions terminer cette introduction sans remercier toutes les personnes qui nous ont aidé à bien mener cette étude : je cite notamment M. DABIN qui a suivi ce travail avec intérêt depuis son élaboration et discuté des résultats obtenus tant sur le terrain qu'au laboratoire ; M. MAIGNIEN qui m'a aidé à bien cerner le sujet ; M. COMBEAU qui a suivi et discuté des résultats obtenus pour la partie des analyses physiques ; M. KALOGA qui a discuté de la réalisation de la carte, de la description des profils. Enfin, tous les techniciens du laboratoire de chimie et de la physique du sol qui ont réalisé une partie des analyses.

Notre gratitude s'adresse aussi à l'ensemble du personnel ORSTOM de Ouagadougou, principalement à son directeur M. CLAUDE, pour m'avoir facilité le travail de terrain ; à M. GROUZIS pour son intervention scientifique sur le terrain en ce qui concerne l'inventaire taxonomique des espèces végétales et la technique de mesure de biomasse herbacée et à M. PIOT, directeur du C.T.F.T. à Ouagadougou.

II - PRESENTATION DU MILIEU.

1. Localisation.

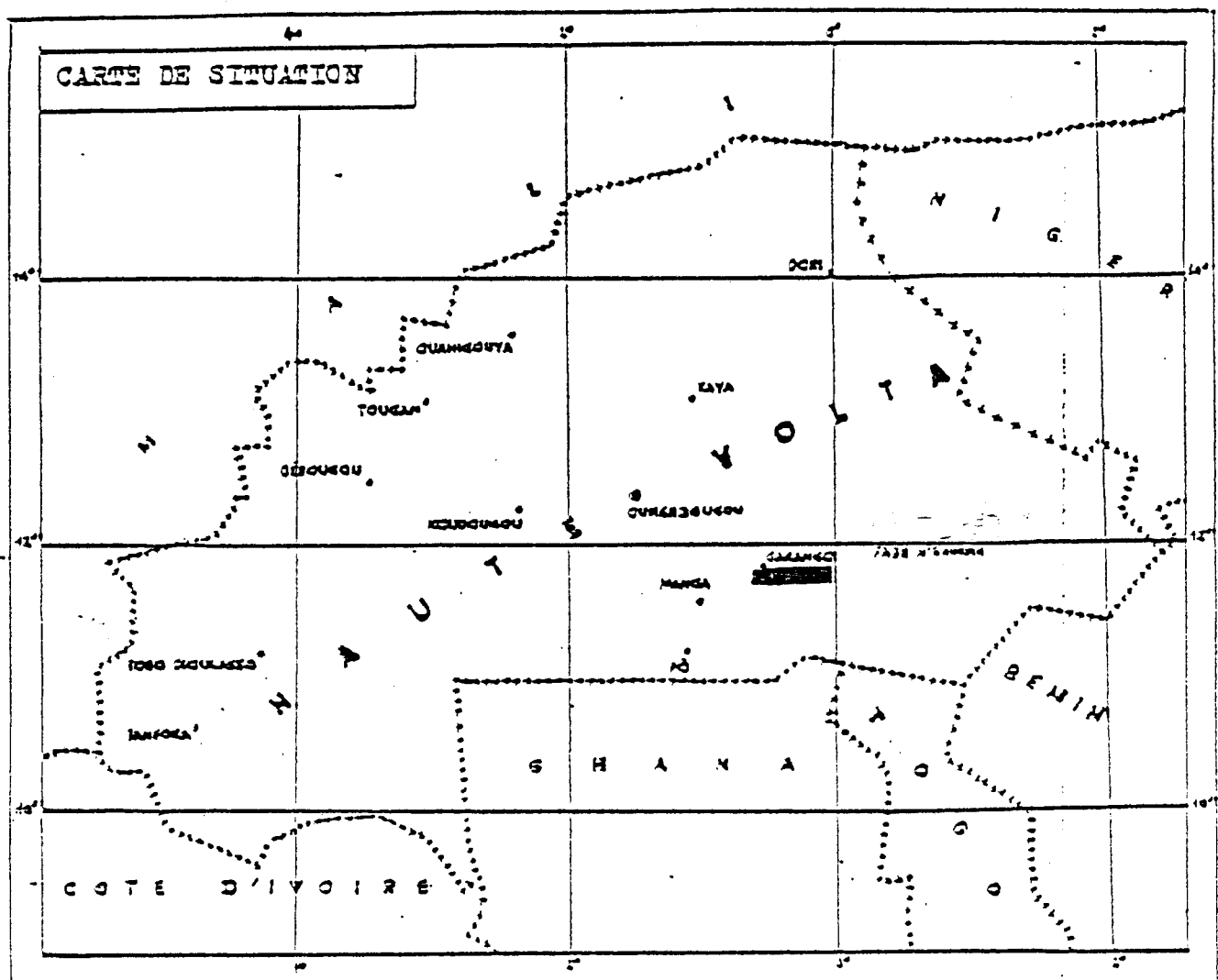
Le secteur est situé à 6 km au sud du village de Garango (fig. 1) dans le terroir de Pagou, un village de quatre cents habitants ; s'étendant sur 3,2 km nord-sur et sur 2,6 km est-ouest, il est limité au nord par une ligne imaginaire de latitude $11^{\circ}50'$, au sud par la latitude $11^{\circ}40'$ à 1,5 km du village de Sanogo ; à l'ouest et nord-ouest par des inselbergs de taille allant de 50 à 90 m de hauteur mesurée au clisimètre.

2. Climat.

Les données climatiques générales sont inspirées de l'ouvrage : "Aperçus sur le climat de Haute-Volta, deuxième édition révisée et complétée" du service météorologique de Haute-Volta dépendant de l'A.S.E.C.N.A.

Cette région est située dans la zone de climat nord soudanien avec deux saisons bien marquées séparées par des régimes transitoires : cette classification de MOLLARD, reprise par de nombreux auteurs s'applique convenablement en Haute-Volta. La pluviométrie est comprise entre 500 et 1000 mm ; les totaux annuels augmentent du nord vers le sud ; la saison des pluies commence en moyenne entre le 25 mai et le 10 juin et se termine entre le 15 et le 22 septembre ; elle présente un maximum très marqué en août de l'ordre de 250 à 270 mm en moyenne qui peut, certaines années être décalé en juillet, rarement en septembre (fig. 2, 19). La saison des pluies présente généralement chaque année une période de 2 à 3 semaines pendant laquelle les pluies sont

Fig. 1



très faibles ou nulles ; cette interruption peut être tardive (première quinzaine de juillet) ou précoce (première quinzaine de juin) et suivant la date, exerce une influence plus ou moins désastreuse sur les cultures. Il est en effet fréquent de voir les cultivateurs être obligés de recommencer leurs semis par suite de la sécheresse régnant pendant cette période.

Notre secteur est situé à la limite inférieure de la zone définie par MOLLARD, proche du sud soudanien ; en effet, des données pluviométriques étalées sur 17 années (tabl. 1), seules caractéristiques climatiques dont nous disposons dans la région indiquent que la moyenne pluviométrique annuelle est de 800 mm et peut dépasser 1000 mm comme les années 1968, 1975 et 1981 ; de plus les pluies peuvent commencer plus tôt et se terminer plus tard, l'interruption tardive ou précoce étant toujours de règle (fig.19).

Les données de l'E.T.P. de la station de Fada N'Gourma pourraient refléter celles de la région, parce que située dans le même isohyète (fig. 3, 3bis).

La température.

Les variations diurnes et annuelles des températures sont plus importantes dans la zone de climat nord soudanien que dans la zone sud. En saison sèche et de décembre à mai les maxima varient entre 34° et 40°5 alors que les minima moyens sont de l'ordre de 16° à 26° ; en saison des pluies l'écart diurne diminue, les températures maximales moyennes sont de l'ordre de 30° et 34° et les températures minimales moyennes varient entre 20°5 et 23°5 pendant cette période ; l'évaporation mesurée au piche est de l'ordre de 2056 mm à Fada N'Gourma.

Les vents au sol en saison sèche sont d'est à nord-est; pendant cette période, les vents sont généralement faibles la nuit, modérés à assez forts entre 9 h et 14 h et faiblissent en fin d'après-midi ; en saison des pluies, la mousson sud à sud-ouest dans la majorité de la zone est généralement plus forte la nuit et le matin ; des formations de rosée sont observées de juin à octobre dans les vallées des Voltas et constituent de par leur abondance un apport appréciable d'humidité aux cultures en fin de saison des pluies.

Pluviométrie (1981)

P total = 1014mm

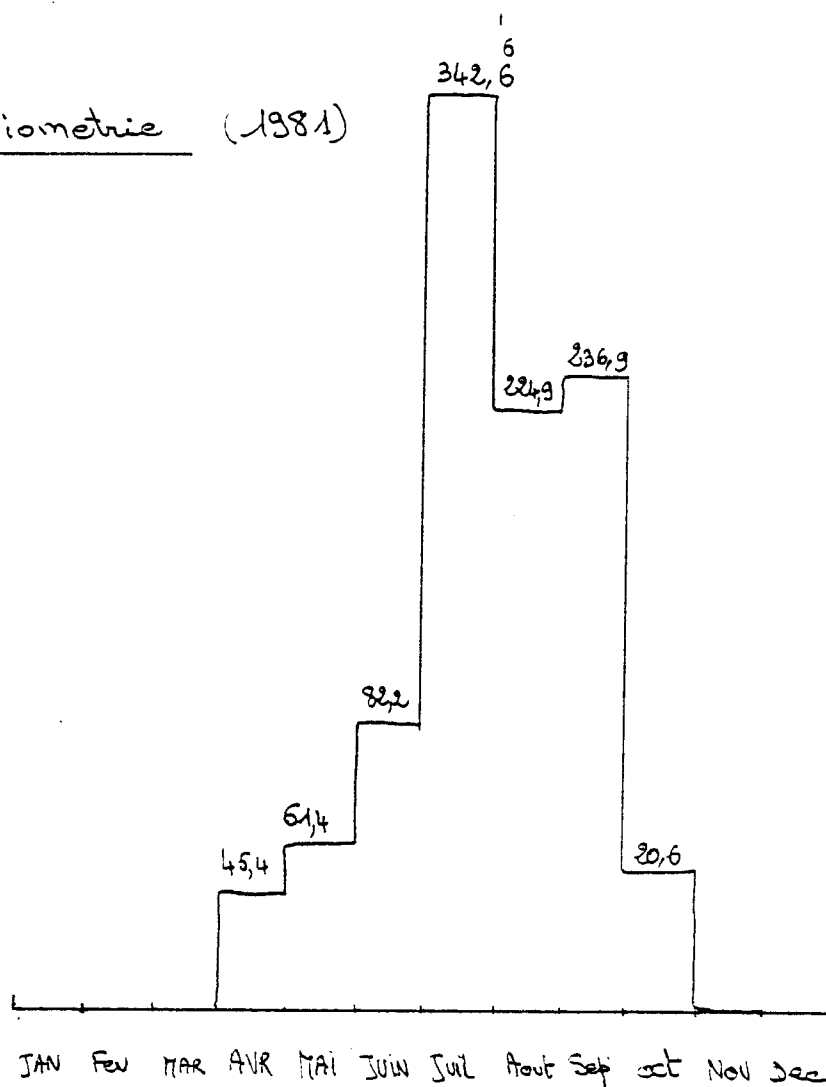


Fig. 2.

ANNEE	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
PLUVIO METRIE	873,2	890	1110	1043	365,3	793,6	915	916,4	708,6	1031,9	786,2	738,2	721,2	822,4	807,2	926	1014

Tabl. 1 Tableau de la moyenne annuelle des pluies de Garango
de 1965 à 1981 (17 années) ASEENA

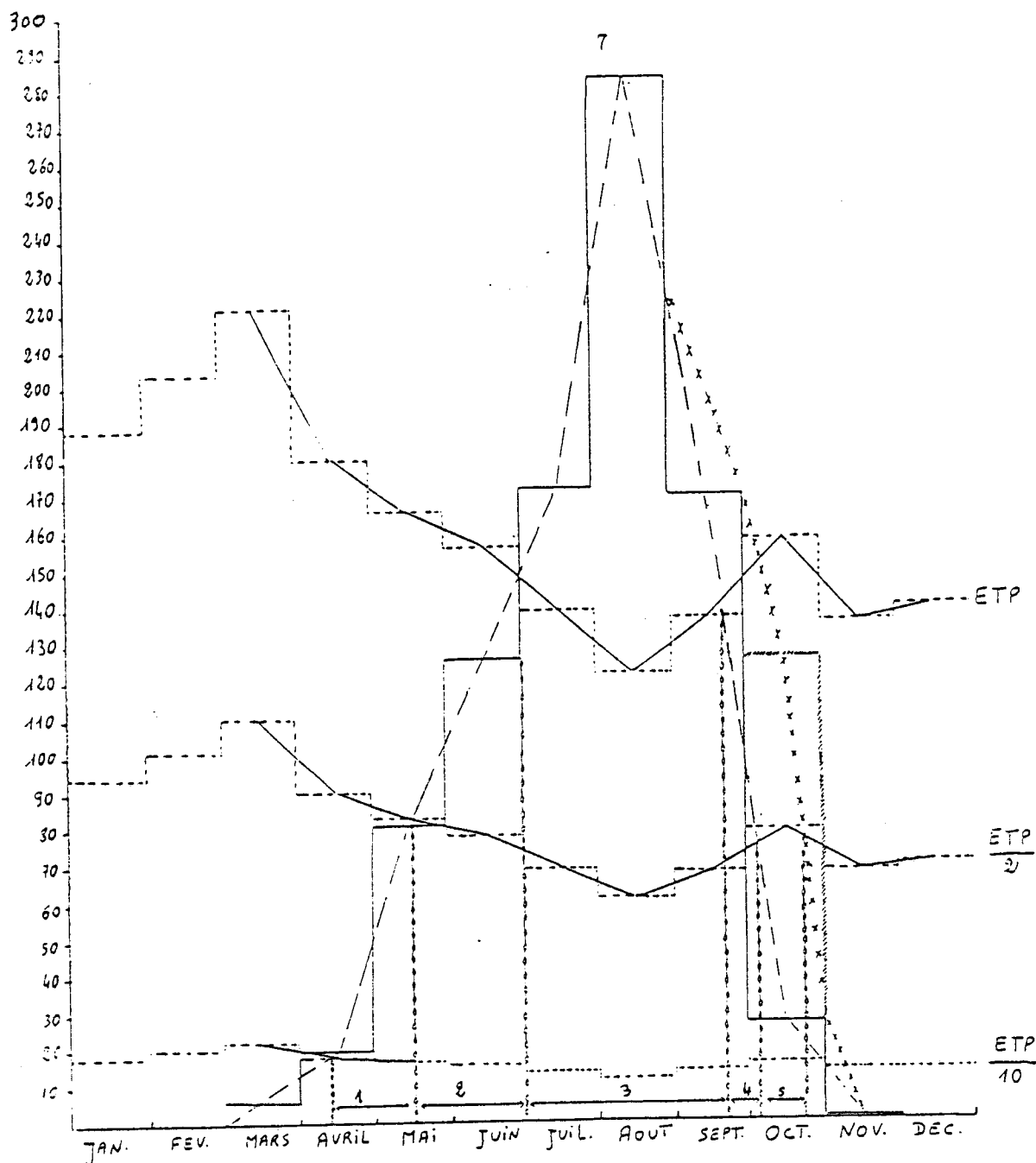


Fig. 3 : Bilan hydrique du sol selon la méthode Cocheme et Franquin (1967)
(d'après Boulet et Leprun ; 1969)

— Station Fada N'Gourma —

P annuelle = 889 mm

ETP annuelle = 2019 mm

/////// Réserves hydriques du sol

xxxxxx Drainage théorique

----- Pluviométrie

..... Histogramme ETP

$$1 : \frac{ETP}{10} < P < \frac{ETP}{2}$$

$$2 : \frac{ETP}{2} < P < ETP \text{ (a)}$$

$$3 : P > ETP \text{ (b)}$$

$$4 : ETP > P > \frac{ETP}{2} \text{ (c)}$$

$$5 : P < \frac{ETP}{2} \text{ (d)}$$

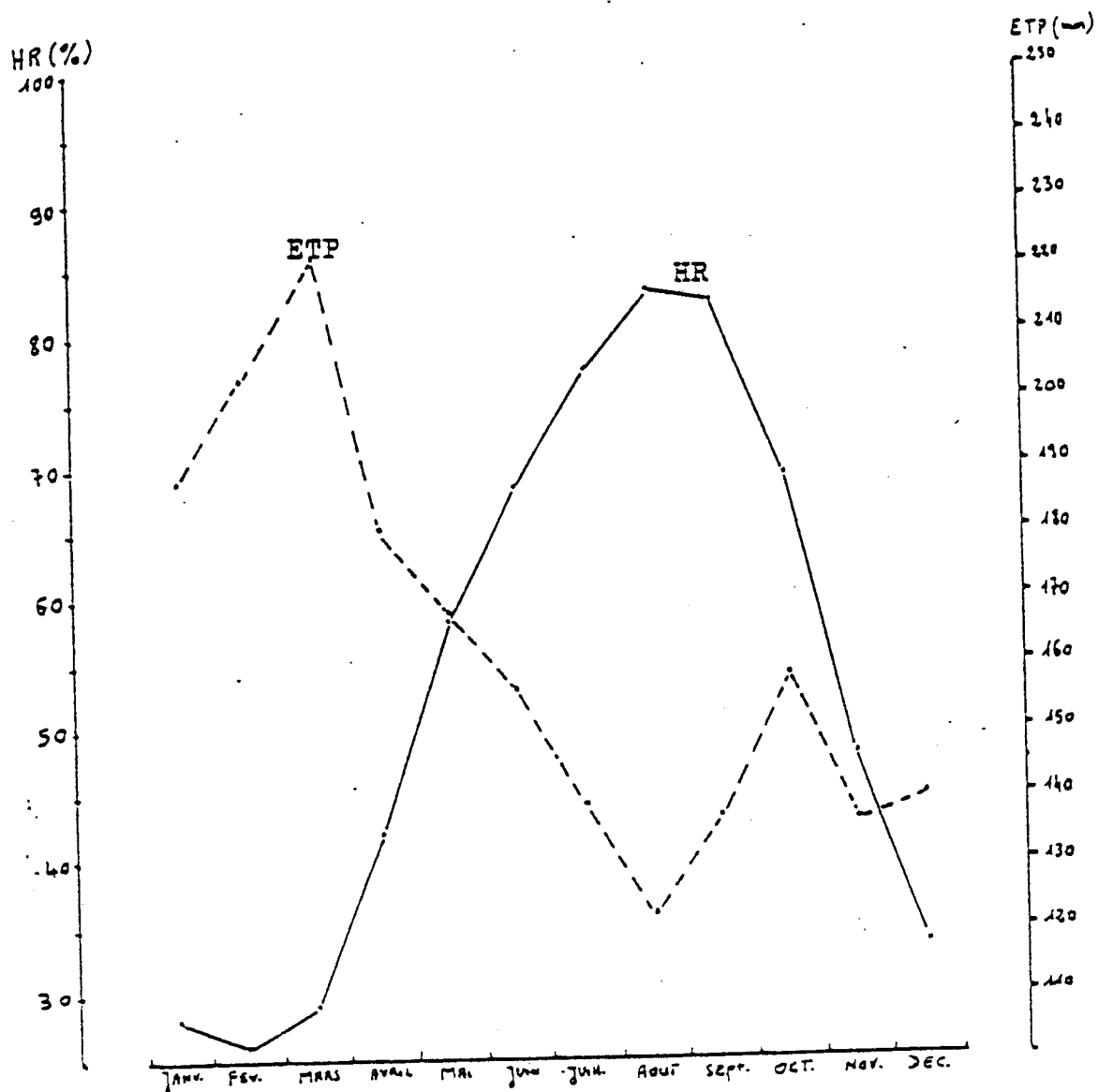


Fig.3bis: Humidité relative (HR), moyenne mensuelle en % et évapotranspiration potentielle (ETP) calculée en mm.

— Station Fada N'Gourma —
(1951 - 1964 = 14 ans)

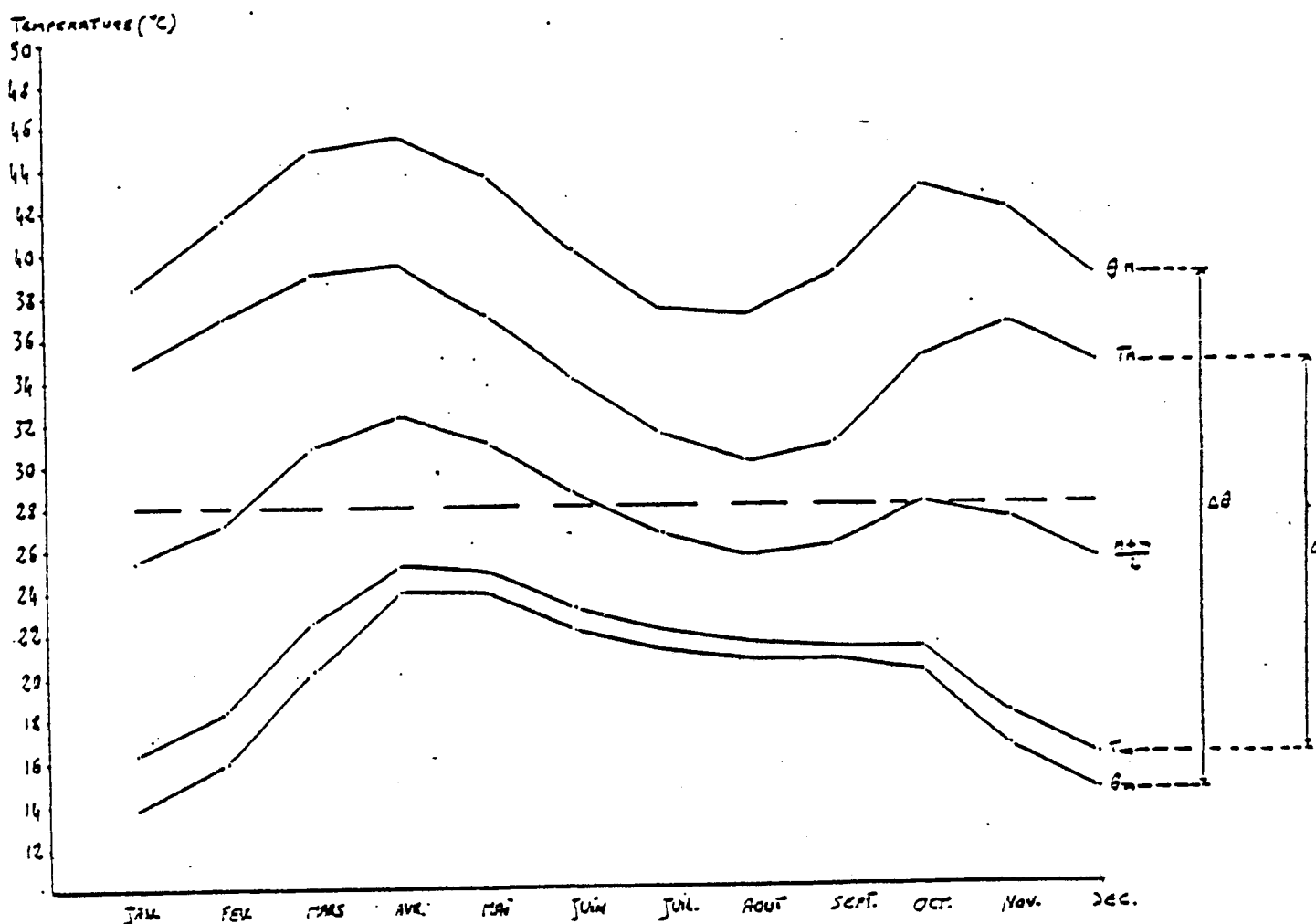


Fig. 4: variations mensuelles de la température

— Station Fada N'GOURMA —
(1951 - 1964 = 14 ans)

Θ_M = température max. moyenne au sol

Θ_m = température min. moyenne au sol

T_m = température max. moyenne sous abri

T_n = température min. moyenne sous abri

$\frac{T_m + T_n}{2}$ = température moyenne mensuelle

----- : température moyenne annuelle

Mois Temp.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
M	34,7	37,0	39,0	39,3	37,0	34,0	31,3	29,9	31,0	34,9	36,5	34,6
m	16,3	18,4	22,6	25,2	24,9	23,2	22,1	21,6	21,3	21,3	18,2	16,2
$\frac{M+m}{2}$	25,5	27,7	30,8	32,3	31,0	28,6	26,7	25,6	26,2	28,1	27,4	25,4

Tableau 2 : Températures moyennes maximales (M) et minimales (m) sous abri.
- Station Fada N'Gourma, période 1951-1964.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
6h	41	39	43	62	77	87	93	96	96	91	74	51
12h	18	17	22	33	48	59	68	74	69	51	28	20
18h	25	21	23	32	48	59	70	80	80	64	41	31
Moyenne mensuelle	28	26	29	42	58	68	77	83	82	69	48	34

Tableau 3 : Humidité relative moyenne (Z) à 6h-12h-18h
Station Fada N'Gourma (d'après l'ASECNA).

3. Végétation.

La végétation du secteur est définie comme une savane arborée perturbée par des cultures par endroits et présentant quelques restes de forêts galeries autour des rivières importantes ; elle est dans sa composition floristique le reflet du climat et des sols, la répartition, la taille sont sensibles à la nature du sol ; trois formations peuvent être distinguées :

- une formation mixte herbacée ligneuse basse,
- une formation arborée dense autour des grands axes de drainage,
- une formation arborée ouverte.

Les arbres appartiennent pour l'essentiel aux espèces suivantes : *Parkia biglobosa*, *Vittellaria paradoxa* (*Butyrospermum paradoxum*), *Tamarindus indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*, *Sclerocarya birrea*, *Lanea microcarpa*, *Bombax costatum*.

La formation herbacée se compose de graminées : *Aristida kerstingii*, *Cymbopogon pseudapricus*, *Loudetia togoensis*, *Schizachyrium exile*, *Schoenolfeldia gracilis*, *Vetiveria negritiana*.

4. Relief et hydrographie.

- Relief.

Il s'agit d'un bassin versant d'environ 700 ha fortement influencé par trois unités géomorphologiques :

- 1 - une pénéplaine dont l'altitude varie de 260 m dans les bas fonds à 320 m dans les sommets des inselbergs ;
- 2 - des massifs migmatitiques qui affleurent souvent traversés de filons pegmatitiques ;
- 3 - des massifs granitiques formant des chaos avec des blocs de plusieurs dizaines de mètres cubes ;
- 4 - d'anciennes surfaces structurales sous forme de cuirasse affleurent en bordure des ruisseaux et l'érosion en détache des blocs qui

roulent et se superposent souvent dans les points bas ; dans l'ensemble, les affleurements se présentent bien exception faite des zones alluviales.

- Hydrographie.

Des ruisseaux importants "semi permanents" incisent le secteur. Toute l'eau pluviale tombant sur les inselbergs du nord et de l'ouest, en dehors de la quantité infiltrée et évaporée, est drainée vers le sud par le biais des ruisseaux et des rivières ; à mi-chemin, un autre ruisseau très important s'écoulant du nord-ouest au centre est, croise les eaux du nord ; ils forment une rivière qui coule vers le sud-ouest pour enfin se jeter dans un grand affluent de la Volta blanche: "Le Lergo" infranchissable de juillet à septembre sinon que difficilement d'après observations et confirmation des habitants de la région, les eaux débordant sur plus de 300 m de chaque côté de la berge.

En dehors de ces ruisseaux importants qui prennent leur source en amont sur les inselbergs de "Pagou" et de "Pakala", il existe d'autres sources hydrographiques non négligeables : ce sont des ruisseaux qui sont nés par érosion hydrique des axes plus vulnérables par leur moindre résistance à l'altération ; on suit ces axes du nord-est au sud-est et du nord-ouest au sud-ouest, tous se croisant en V et rejoignant la rivière médiane, la plus grande du secteur. En juillet et août, voire une partie de septembre, toute la région dans les bas-fonds est marécageuse, traduisant un engorgement lié au mauvais drainage vertical et latéral des sols. Dès le début d'octobre, les rivières s'assèchent et il n'y subsiste plus que des chapelets de mares.

5. Géologie.

L'hétérogénéité géologique expliquera entièrement celle des sols, d'où nous insisterons sciemment sur ce paragraphe.

Selon TRINQUARD (1971), trois grands groupes géologiques sont distingués dans le secteur de Tenkodogo :

- les formations superficielles (alluviales et latéritiques),
- les formations birrimiennes avec des niveaux le plus souvent peu métamorphiques et des granites appartenant au même cycle Eburnéen,
- les formations d'âge indéterminé, mais probablement antébirrimiennes dont les pegmatites représentent l'ultime phase des modifications.

. Les formations de recouvrement (a).

Il s'agit dans le secteur des alluvions sablo-argileuses d'un remblaiement limoneux ; les dépôts sablo-argileux sont actuels et masquent en partie le remblaiement limoneux et les graviers sous berge. Ces formations représentent 30 % du secteur.

- . Les formations d'âge indéterminé antébirrimienne.
- + les migmatites leptiniques (M).

Représentant 60 % du secteur, les migmatites leptyniques sont situées en grande partie dans la moitié ouest ; à l'affleurement, elles donnent des collines aux pentes raides dominant la pénéplaine de parfois plus de 50 m. Ces collines montrent des quantités de blocs sub-anguleux non altérés qui forment des cônes éluviaux sur tout leur pourtour ; cette formation possède quatre caractéristiques essentielles :

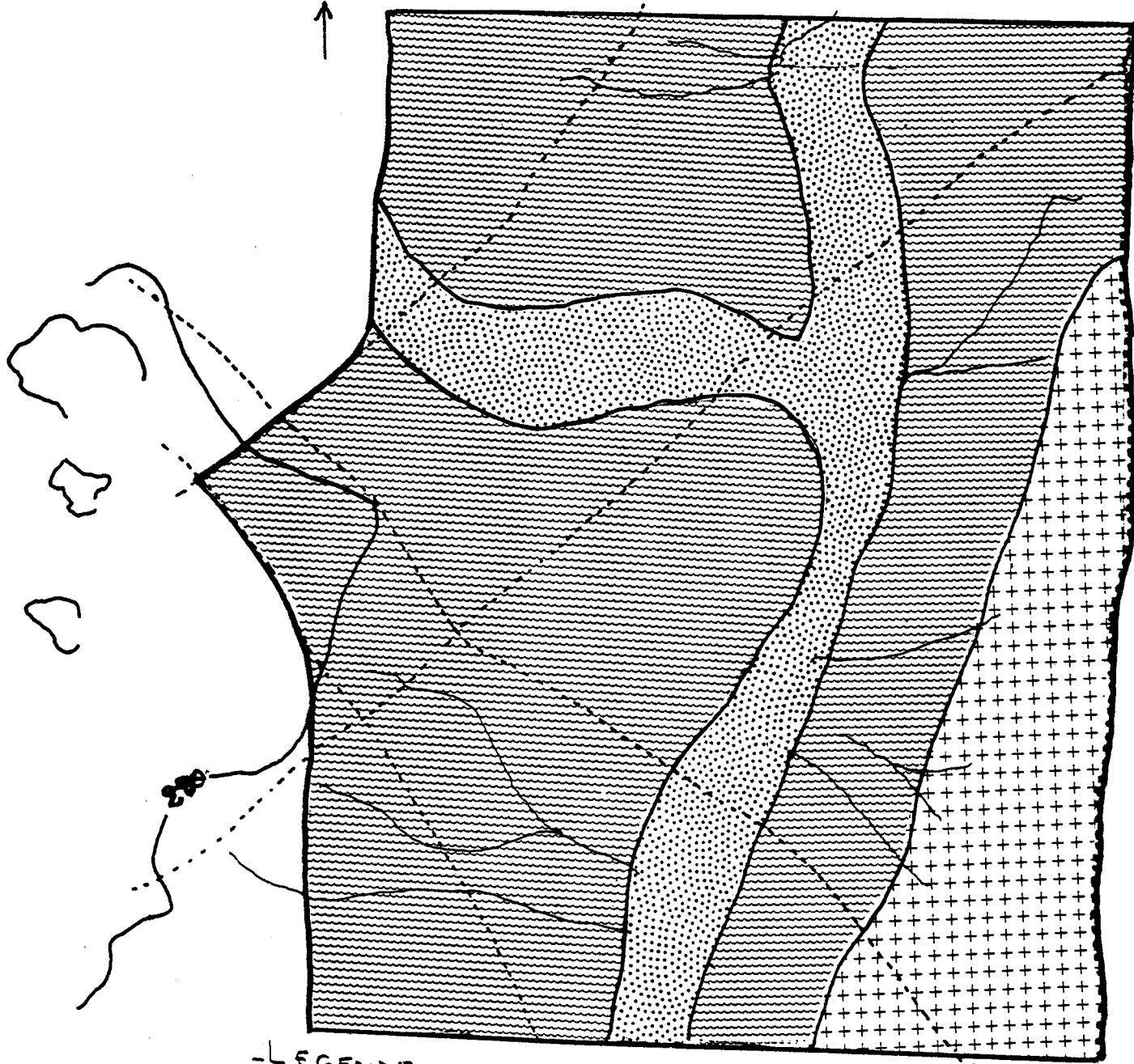
- absence ou rareté extrême de l'amphibole visible macroscopiquement ;
- absence ou extrême rareté de pegmatites, tout au plus existe-t-il localement une différenciation de filons nets de granite en pegmatite ;
- homogénéité du grain : il est exceptionnellement moyen ou grossier ;
- homogénéité de couleur : le brun thé domine.

Ces migmatites leptyniques tectonisées aboutiraient en partie aux orthogneiss leucocrates.

Fig. 5

Carte géologique du bassin versant (agrandie au 1/20 000)

N
↑



LEGENDE

- ~~~~~ 1 Ruisseau temporaire
- chemin de brousse
- ~ courbe de niveau
- limite de contour géologique
- [stippled] a. alluvions sabb. argileuses, remblaiement limoneux et graviers Sausberg.
- [wavy lines] M. Migmatites leptyniques
- [cross-hatched] Mb. Migmatites à biotite

(TRINQUARD, 1971)

+ les migmatites à biotites (Mb).

Occupent le reste du secteur (partie est). Ce sont des roches souvent claires, ponctuées du noir verdâtre de la biotite, recoupées en tous sens par des filons nets de granite à grain fin et de pegmatite quartzofeldspathique ; les caractères macroscopiques et structuraux sont extrêmement variables :

- le grain peut être fin, moyen ou porphyroblastique,
- la couleur peut être blanche, blanc grisâtre, gris noir ou blanc rose.

La structure est très variable : embréchétique, anatexique ou oeuillée.

Ces différents caractères macroscopiques peuvent se rencontrer sur le même affleurement de telle sorte que l'impression générale est l'hétérogénéité.

La biotite est toujours présente ; l'amphibole existe localement mais seulement dans les faciès grossiers ou porphyroblastiques, la muscovite se rencontre dans les faciès les plus leucocrates et à grains fins.

6. Erosion - Action de l'homme.

L'érosion hydrique se manifeste de plusieurs façons sur le terrain et on retrouve ces formes dans le secteur :

- l'érosion en nappe, résultat de l'écoulement laminaire entraîne les éléments fins préférentiellement, laissant les grossiers à la surface du sol ;
- l'érosion avec décapage généralisé à microgradins : ce mode d'ablation entaille légèrement la surface du sol sur quelques mm à quelques cm par affouillement et délimite des microfalaises suivant plus ou moins les courbes de niveau ; il est favorisé par les phénomènes d'encroûtement du sol mais aussi par la différenciation d'horizons superficiels qui contrastent fortement avec l'horizon sous jacent

du point de vue texture, structure et cohésion ;

- l'érosion en rigoles résulte de l'écoulement linéaire plus ou moins hiérarchisé qui creuse des sillons ; l'érosion en ravines en est une forme accentuée.

Ainsi l'érosion hydrique, résultat du détachement des particules de terre sous l'influence des précipitations est accentuée par le régime pluviométrique de type soudanais. Les premières pluies tombent sous forme de tornade sur un sol généralement dénudé par les feux de brousse, et en encroûtement en surface à la suite d'une longue sécheresse, ce qui entraîne un ruissellement maximal d'autant plus que les sols sont faiblement perméables, ferrugineux et halomorphes notamment, des pertes énormes de terre arable sont enregistrées provoquant une ablation de l'ordre de 0,59 mm par an (FOURNIER, 1958).

L'action de l'homme se traduit essentiellement par la destruction de la végétation spontanée (arbres et arbustes notamment) pour le bois de chauffe et toiture des maisons et des feux de brousse non contrôlés et aussi par des façons culturelles traditionnelles non adaptées souvent.

Dans le secteur une bonne partie de la paille produite par des graminées : *Cymbopogon schoenanthus*, *Vetiveria nigriflora*... est utilisée pour les besoins domestiques, ce qui ne permet pas le recyclage des matières organiques et la protection du sol. L'exploitation du bassin diffère selon les sols. On note grosso-modo trois stades d'exploitation :

- une partie actuellement mise en culture : pratiquement la zone des sols peu évolués et les sols ferrugineux hydromorphes, on y cultive essentiellement du sorgho (*Sorghum vulgare*) du riz (*Oryza sativum*) et de l'arachide (*Arachis hypogea*).
- Une deuxième partie en jachère depuis deux à dix ans. Ce sont pratiquement les sols vertiques.
- Une troisième partie qui, selon les témoignages n'a jamais été exploitée ou du moins est une jachère de plus de trente années. Ce sont les sols ferrugineux lessivés concrétionnés, une partie des

sols alluviaux sableux ou limoneux ; pour ces raisons, la savane arborée est devenue arbustive à herbeuse sur les sols lourds notamment.

7. Conclusions.

Les caractéristiques générales du milieu naturel nous conduisent à des conclusions ci-dessous :

- la variabilité et la nature des sols sont expliquées par le climat et la géologie ;
- la végétation climacique bien que détruite par l'homme ne masque pas une corrélation entre formation végétale et nature des sols ; l'accumulation de matière organique en surface est quasi absente, les humus étant plutôt de type mull ; la fertilité organique de ces sols sera en relation directe avec la végétation portée par le sol ;
- le régime hydrique sera dépendant du type de sol et de sa position topographique dans le paysage.

III - PRESENTATION DES FAITS.

A - Faits de terrain.

1.- Méthodologie.

On notera à ce propos trois niveaux d'intervention.

. La prospection et la cartographie du bassin versant à grande échelle (1/20.000e) permet d'une part d'inventorier les sols et de noter leur distribution dans le paysage, d'autre part, de délimiter le sujet de recherche et de bien le préciser par la localisation judicieuse des expérimentations dont les résultats pourront être extrapolés sur des zones bien délimitées comme le souligne (JAMAGNE et coll., 1977).

. L'étude du régime hydrique des différents sols permet de suivre l'évolution de l'humectation des sols en fonction de la pluviométrie.

. La mesure de la biomasse : en effet, la fertilité potentielle de ces sols étant liée à la production herbacée nous avons procédé à ce type d'évaluation.

2.- Prospection et carte pédologique.

Une reconnaissance générale de la zone nous a permis d'avoir une idée de la géologie, de la géomorphologie, de la végétation, de l'hydrographie et de la répartition des différents types de sols.

Nous avons, dans le but de couvrir le maximum du secteur,

parcouru le terrain dans tous les sens; après analyse des facteurs dont semblaient dépendre la répartition des sols, cinq séquences d'est en ouest et d'ouest en est ont été parcourues et des observations ont été faites tous les 200 m, et à chaque fois que nous notions des différences morphologiques dans les sondages, un poteau a été numéroté et fixé en vue d'une ouverture de profil ; en même temps la limite de cette unité est recherchée sur le terrain et reportée sur un fonds topographique : ainsi une centaine de sondages et cinquante neuf fosses ouvertes, ont été décrits. Pour la plupart des sols, la profondeur atteinte a été de 1,80 m et plus de 2 m pour les sols de bas fond (sols alluviaux).

Les unités cartographiques ont été définies jusqu'au niveau du sous-groupe et parfois de la famille, sur la base de la classification française (C.P.C.S., 1967). On en notera environ quatorze présentant des caractères morphogénétiques les regroupant au niveau de quatre classes :

- La classe des vertisols (Unités I, II, XIII) à laquelle nous avons rattaché des sols tendant vers le brun vertique ; la difficulté réside dans le fait que ces sols sont plus voisins des vertisols typiques par leur texture et structure en B que des sols brun eutrophes modaux où le caractère de mull eutrophe doit être présent ainsi que la texture argileuse à argilosableuse dans les horizons développés.

La couleur brune des horizons de surface et une partie de B nous tenterait à ranger ces sols dans la classe des sols brunifiés.

- La classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse (unités : III, IV, V, VI, VII, VIII, XIV).

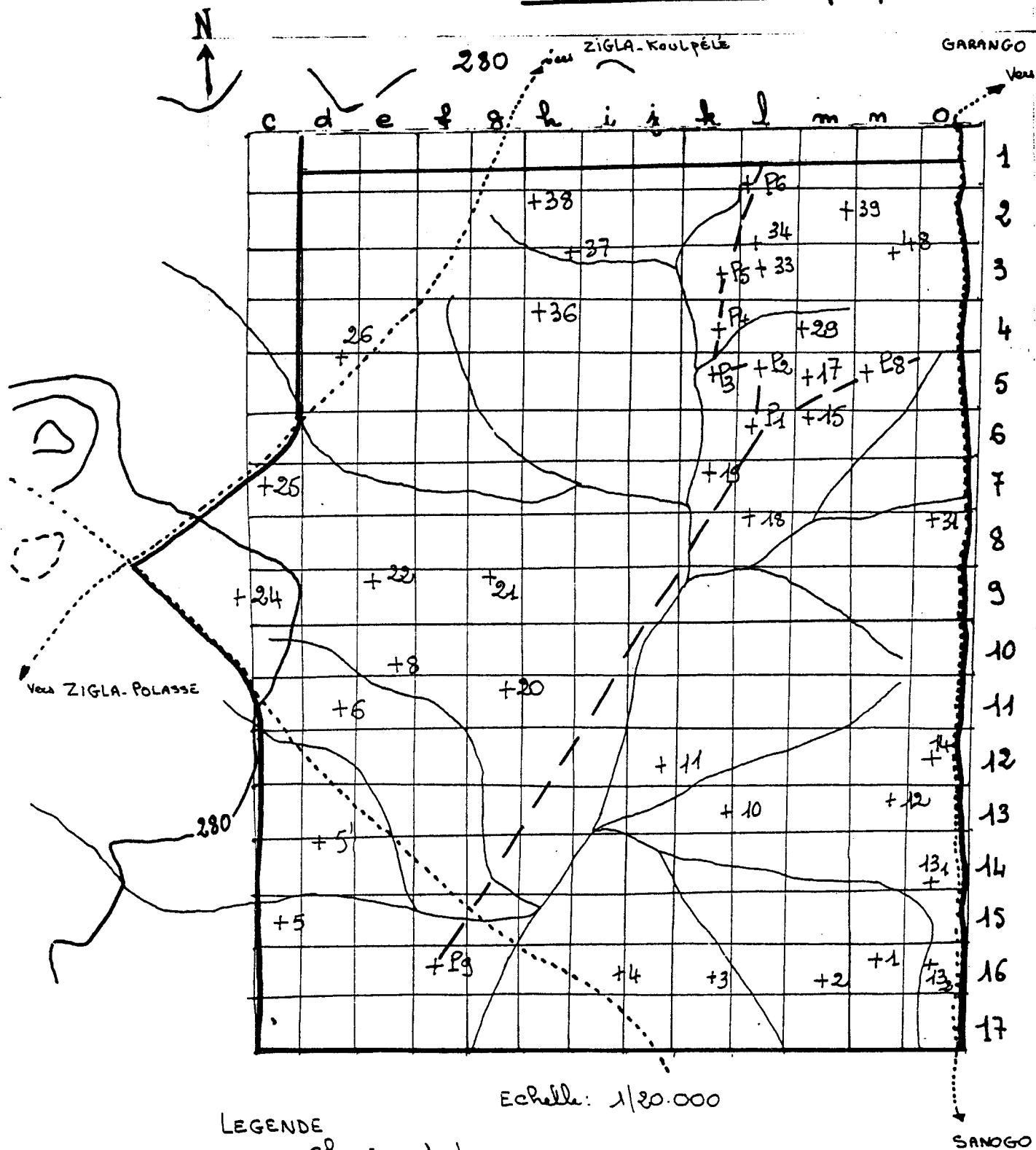
- La classe des sols peu évolués (XI, XII).

- La classe des sols sodiques (IX, X).

(Voir ci-après les cartes géologiques, de localisation des profils, et pédologique, (fig. 5, 6, 7); la description des profils et la définition des unités cartographiques sont reportées en annexe).

Fig. 6.

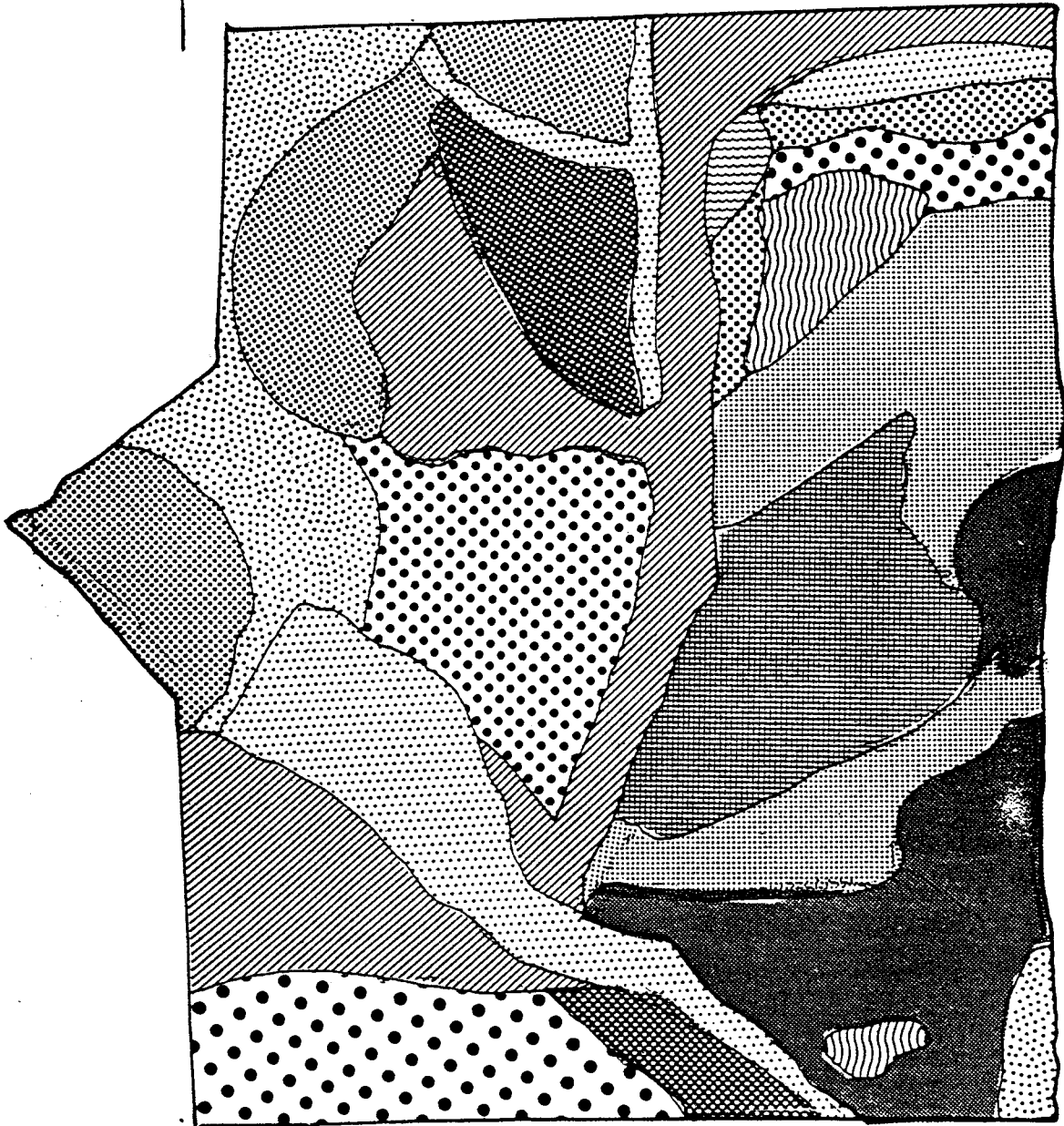
Carte de localisation des profils



LEGENDE

- Chemin de brousse
 ~~~~~ Rivières et ruisseaux  
 — — Séquences recoupant les profils ayant servi à l'étude du régime hydrique  
 D Courbes de niveau  
 ——— limite du secteur
- SANOGO




N Fig. 7 Carte Pédologique du bassin  
versant.




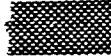





Echelle 1/30 000

## L E G E N D E



## VERTISOLS

- UNITE I  
(G1, G42, G30)  Sols vertiques à teinte générale brun jaune sombre (10YR 3/3 à 10YR 4/4) en surface, à brun jaune olive (2,5Y 4/4) en B; sols à recouvrements sableux ou non, dont l'épaisseur du recouvrement est toujours inférieure à 20cm.
- UNITE II  
(G41, G45, G47)  Sols vertiques à teinte générale brun jaune (10YR 5/6) à brun fort (7,5YR 4/4) en surface, passant à brun dans le B; la structure est souvent polyédrique en surface et prismatique à cubique en B; sols tendant vers le "brun eutrophe vertique".
- UNITE III  
(G44)  Association de l'UNITE I et de l'UNITE II.

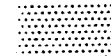

## SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

- UNITE III  
(P3)  Sols à horizon A sable graveleux, beige, massif peu structuré; rouge jaune (5YR 5/8) en B; niveau argilo graveleux induré, à nombreux gravillons ferro-mang. granifères; structure massive peu nette; présence en profondeur de quelques tâches brun fort (10YR 2/2) en traînées verticales.
- UNITE IV  
(G4, G36)  même caractéristique que l'UNITE III; la différence porte sur le niveau d'induration qui est très proche de la surface (< 30cm) et apparaît sous forme de carapace.
- UNITE V  
(P3, G40)  même caractéristique que l'UNITE III; la différence porte sur la présence d'une nappe aquifère à moins de 1,50m, entraînant l'hydromorphie dans les profils.
- UNITE VI  
(G26, G38)  Sols à caractère ferrugineux, sables limoneux à sables argileux en surface; l'horizon brownieux a teinte générale brun jaune, repose brutalement sur une couche de gravillons ferro-mangangeux.
- UNITE VII  
(G20, G24)  Sols à caractère ferrugineux dans les horizons inférieurs, et à caractères verticaux dans les horizons de profondeur constitués de matériaux argilo sableux souvent calcaires.
- UNITE VIII  
(G33, G34)  Sols à caractéristique identique à celle de l'UNITE III, mais avec les horizons supérieurs ferrugineux plus profonds (> 1,50m); séparation des deux matériaux par une couche gravillonnaire; présence d'une nappe aquifère apparaissant au niveau de la couche gravillonnaire.
- UNITE IX  
(G43, G22)  Sols à caractère ferrugineux en surface; peu profond (< 30cm) à texture quartzifère. Sols à caractère ferrugineux en surface; peu profond (< 30cm) à texture quartzifère. Sols à caractère ferrugineux en surface; peu profond (< 30cm) à texture quartzifère.

## SOLS HALOMORPHES

- UNITE X  
(P2, G2, G23)  Sols sablo-limoneux en A, peu épaiss (7-10cm) passant ensuite à argilo-limoneux sur l'ensemble du profil. Teinte générale gris (10YR 5/1); B neutre, à structure colonnaire; B peut être massif, non structuré et très compact.
- UNITE XI  
(P5)  Sols salins humifères en A, à sables argileux en profondeur; teinte générale brun pâle (10YR 6/3) à brun très pâle (10YR 7/3) dans les horizons de profondeur; forte compacité et porosité en "miz de pain" à ce niveau; l'horizon humifère est gris brun clair (10YR 6/2) et présente également la porosité "miz de pain".

## SOLS peu EVOLUES

- UNITE XII  
(G6, G8)  Sols à profil AC, à texture sableuse sur l'ensemble du profil. Teinte générale gris clair (10YR 6/2) en A et brun pâle (10YR 6/3) en C; tâches d'hydromorphie présentes dans le profil.
- UNITE XIII  
(G6, G5, G5')  Sols à profil AC, à teinte générale brun jaune sombre (10YR 4/4) à brun gris très sombre (10YR 3/2), très profond et à texture limoneuse sur l'ensemble du profil; tâches d'hydromorphie présentes dans le profil.

### 3.- Régime hydrique.

A ce propos, une première remarque s'impose quant au début de l'étude ; en effet, nous aurions souhaité la commencer au début du mois de juin, mais pour des raisons de force majeure cela a eu lieu au mois de juillet, mois où les pluies deviennent quantitativement importantes dans la région : à cette date il était tombé déjà 280 mm d'eau ; quelques fosses étaient bien humectées jusqu'en profondeur, cependant d'autres se trouvant en sols ferrugineux et halomorphes étaient pratiquement sèches, soit sur l'ensemble du profil, soit sur une partie. Les prélèvements ont nécessité des boîtes en aluminium de forme cylindrique, à couvercle étanche et dont on a pris soin d'améliorer l'étanchéité en collant tout autour du papier adhésif, ce qui permet de garder l'humidité pendant une longue période (3-4 semaines) ; les dimensions de la boîte sont de 5 cm de diamètre de base à 10 cm de hauteur.

Sur chaque profil, en moyenne quatre horizons caractéristiques ont été définis, trois répétitions (environ 200 g de terre) ont été effectuées par horizon sur les deux faces adjacentes.

La fréquence des prélèvements était de 7 jours de juillet à mi-octobre et de 14 jours de mi-octobre à mi-novembre ; avant chaque prélèvement, le profil est légèrement rafraîchi ; ceux qui sont à nappe sont vidés et traités de même, parallèlement à ces mesures, les quantités journalières de pluie sont relevées grâce à un pluviomètre installé par l'ASECNA à la mission catholique de Garango.

Les boîtes tarées sont passées à l'étuve à 105° en 24 h puis pesées de nouveau ; par calcul, on détermine l'humidité relative par rapport au poids sec de l'échantillon (voir séquence des sols ayant servi à l'étude du régime hydrique et description en annexe).

#### 4.- Biomasse herbacée.

L'utilisation des cadres de  $0,25 \text{ m}^2$  et de  $1 \text{ m}^2$  a été indispensable pour ce genre de mesure : la végétation naturelle (arbres) étant perturbée, nous avons pensé que la biomasse herbacée serait représentative de la fertilité potentielle de ces sols ; ce qui nous a amené à faire des mesures sur les deux types de carrés, mais, compte tenu du nombre de répétitions relativement peu élevé et que, selon LEVANG et GROUZIS (1980) "la meilleure précision sur la moyenne est obtenue avec la surface et le nombre de prélèvements maximaux", nous avons retenu les poids donnés par le cadre de  $1 \text{ m}^2$  ; dans la pratique, nous avons suivi dans chaque station représentative de l'unité cartographique, deux à trois toposéquences et de l'amont vers l'aval, tous les 50 m, nous avons fixé le cadre et coupé à 5 cm du sol ; en ce qui concerne les herbes en touffes, comme *Cymbopogon schoenanthus*, on a compté le nombre de touffes sur  $100 \text{ m}^2$ . Les échantillons sont pesés frais sur le terrain puis après homogénéisation et pesée, on les passe à l'étuve à  $70^\circ$  en vue de l'obtention du poids sec.

La détermination taxonomique des arbres et herbes a été effectuée sur le terrain pour l'essentiel, l'autre partie grâce à l'herbier du centre ORSTOM de Ouagadougou (1981).

#### 5.- Constatations - Conclusions.

##### a) Constatations relatives à la cartographie.

L'effort de regroupement des différents profils délimitant les unités comme l'ont constaté d'autres auteurs ayant cartographié dans la région montre que le bassin versant à l'échelle de l'étude ne présente pas de géomorphologie contrastée : en effet, la monotonie est telle que les observations très rapprochées ont dû être faites pour ces délimitations.

Il ressort de cette étude que les sols sont très variés ; ils sont dans l'ensemble recouverts d'une couche de sable d'épaisseur très variable de 5 à 25 cm selon leur position topographique, ce qui confère, aux vertisols des textures sableuses à sabloargileuses en surface.

La corrélation est presque parfaite entre la carte géologique et la carte pédologique : aux alluvions sabloargileuses et remblaiement limoneux correspondent les sols peu évolués limoneux et sableux ; aux migmatites leptyniques correspondent la partie très hétérogène des sols situés à l'ouest de la bande des sols limoneux ; aux migmatites à biotite se superposent les sols vertiques et hamomorphes argileux.

Quant à la végétation, elle n'est pas le principal facteur de différenciation de ces sols mais à l'inverse elle s'adapte aux conditions édaphiques : sur des sols argileux, pas de strate arborée notable ; présence surtout d'herbes et d'arbustes comme *Bauhinia* et *Combretum glutinosum* ; sur les sols halomorphes, prédominance des épineux comme *Balanites aegyptiaca* ; sur les sols sableux : abondance de la strate herbacée et des arbres comme *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica* ; sur les sols ferrugineux hydromorphes ou non, quand la jachère est très ancienne, la végétation est plus dense.

#### b) Constatations relatives au régime hydrique.

L'observation des sols pendant la saison pluvieuse montre que le comportement aux pluies est différent selon leur nature :

- les vertisols s'humectent facilement de même que les sols alluviaux ; leur dessèchement apparent est rapide ;
- les sols sodiques argileux ou sableux s'humectent difficilement ; ils restent pratiquement secs pendant la période pluvieuse ;
- les sols ferrugineux hydromorphes à nappe gardent pendant toute la période pluviale leur humidité, tandis que les sols ferrugineux tropicaux lessivés gravillonnaires s'humectent difficilement et se dessèchent rapidement.

#### c) Constatations relatives à la biomasse herbacée.

La biomasse (tonne/ha de poids frais) déterminée sur le terrain est en relation étroite avec l'âge de la jachère et dans une moindre mesure varie avec le type de sol ; en effet, elle augmente des jachères récentes aux jachères anciennes : ainsi, le poids frais à l'hectare dans les sols ferrugineux lessivés (34,4 t) dépasse de loin

celle des ferrugineux hydromorphes (5,88 t) ou des vertisols (11,33 à 21,77 t).

L'évolution va dans ce sens :

| F.T.L. g  | B.V.   | Ha    | Vs    | Hs   | Al   | S.F.T.L. h |
|-----------|--------|-------|-------|------|------|------------|
| 34,43t/ha | 21,77t | 14,36 | 11,33 | 9,03 | 6,9  | 5,88t/ha   |
|           | /ha    | t/ha  | t/ha  | t/ha | t/ha |            |

F.T.L.g : sols ferrugineux tropicaux lessivés gravillonnaires,

B.V. : sol vertique tendant au "brun eutrophe vertique",

Ha : sol halomorphe à texture argileuse,

Vs : sol vertique à texture sabloargileuse en surface,

Hs : sol halomorphe à texture sableuse dans les horizons B,

Al : sol alluvial à texture limoneuse,

F.T.L.h : sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes.

## B - Données physiques.

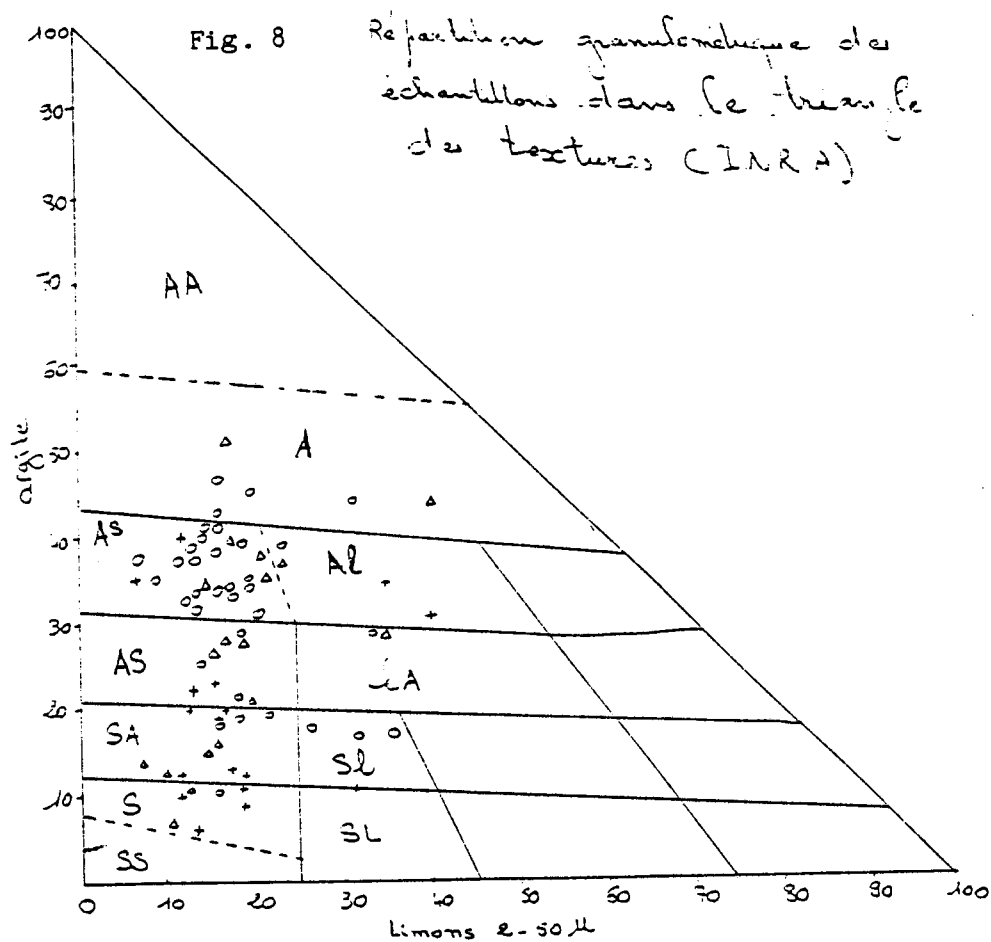
### 1.- Granulométrie.

La majorité des matériaux pédologiques prélevés se situe dans les classes argilosableuse à sabloargileuse du triangle de texture (INRA) fig.8 . Les échantillons de surface se situent dans les classes sablo-argileuses à sableuses.

Les horizons de profondeur des vertisols occupent les classes argileuses à argilosableuses et pour certains sols peu évolués, les classes sablo-limoneuses . Quand ces horizons sont sableux, ils correspondent essentiellement aux altérites quartzo-feldspathiques. Au regard de la composition granulométrique (fig.9 et 10) tous les sols présentent plus de 50 % de sables en surface, exception faite des sols alluviaux limoneux (G5, P6) où la teneur en sable n'excède pas 28 % ; la part des sables grossiers prédomine dans les sols ferrugineux (P9, G13, G26, G34), où cette fraction peut atteindre 45 % ; il en est de



horizons de surface +  
 horizons profonds o  
 horizons d'altération



même pour les vertisols à recouvrement sableux (50 % dans le G12).

Les éléments fins (A + L) ne sont supérieurs à 50 % que dans les sols peu évolués limoneux.

Le graphique de la granulométrie en fonction de la profondeur (fig. 9) indique que :

- . Les vertisols ont une teneur en argile supérieure à 40 % dans les horizons intermédiaires (B) ; cette teneur reste constante sur une certaine profondeur environ 100 cm et commence à décroître autour de 10 % à la limite de l'altérite. En surface, compte tenu de la teneur élevée en sable, la teneur en argile reste faible mais toujours supérieure aux limons ; la conséquence de ces données est que les courbes présentent un ventre d'éléments fins dans les horizons B, caractéristiques en G12, G30, G11 ; dans les sols tendant vers le brun vertique, la teneur en argile reste constante autour de 40 %. A l'image des argiles, les limons varient dans le même sens avec la profondeur ; dans tous les cas, il y a plus de sable en surface que dans les horizons vertiques.

- . Les sols halomorphes ont une teneur en argile proche de 35-40 % en B, pouvant rester constante sur l'ensemble du profil ; la teneur en argile est toujours supérieure à celle des limons exception faite du P5 où cette affirmation s'inverse.

- . Les sols ferrugineux, très sableux en surface, montrent une augmentation de la teneur en argile avec la profondeur, la fraction limoneuse, varie peu avec la profondeur et reste autour de 15-20 %, dans le cas particulier de G13, la teneur en argile décroît brutalement du fait même de l'épaisseur du profil (profil ferrugineux peu développé).

- . Les sols alluviaux, limoneux, présentent plus de 70 % d'éléments fins en surface ; la teneur en limons augmente avec la profondeur dans un cas (G5) et diminue dans l'autre (P6) ; quant à l'argile, elle atteint les 30 % dans le G5 et reste inférieure à 10 % dans les sols peu évolués sableux (G6, G8) ; la part des sables

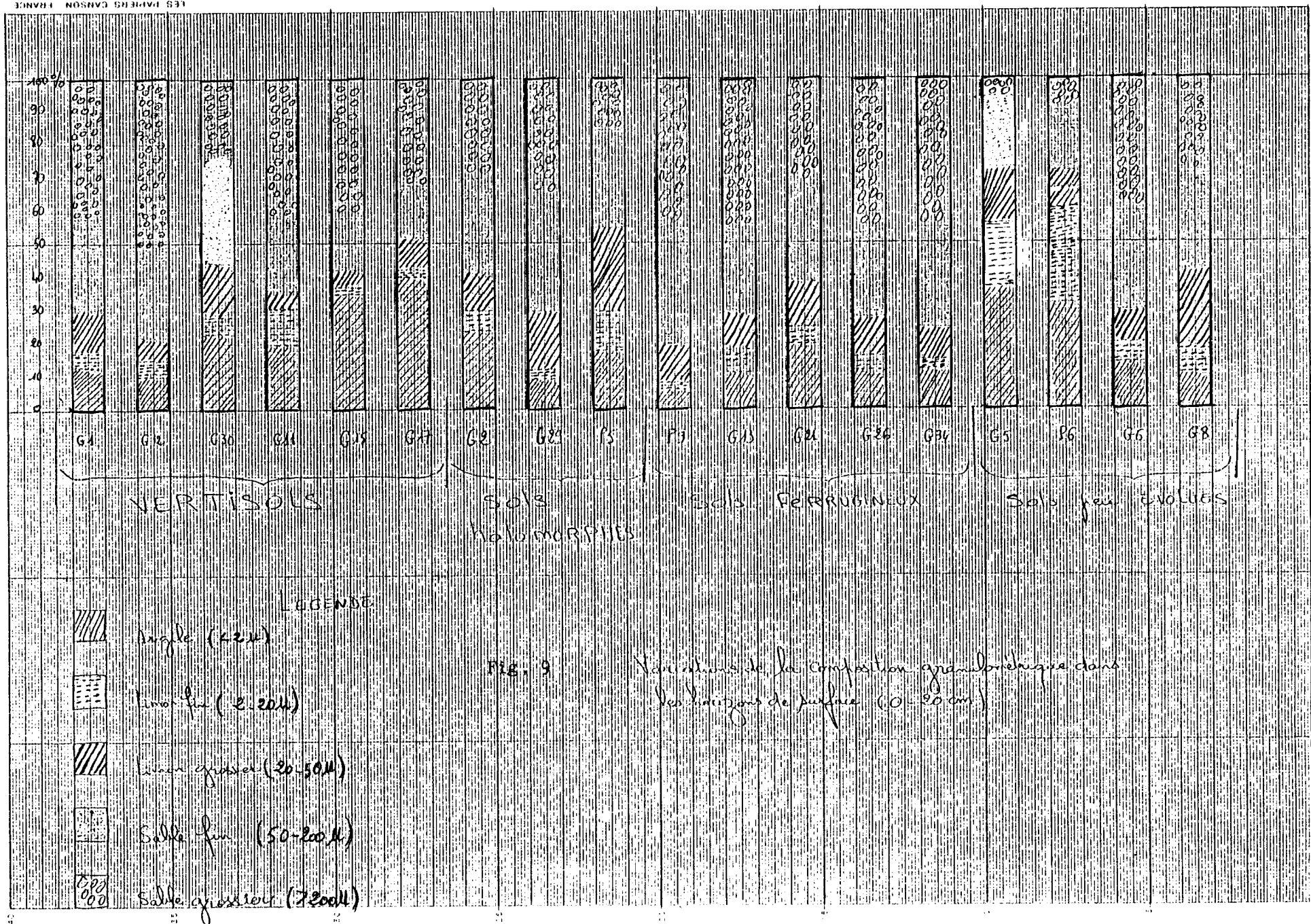
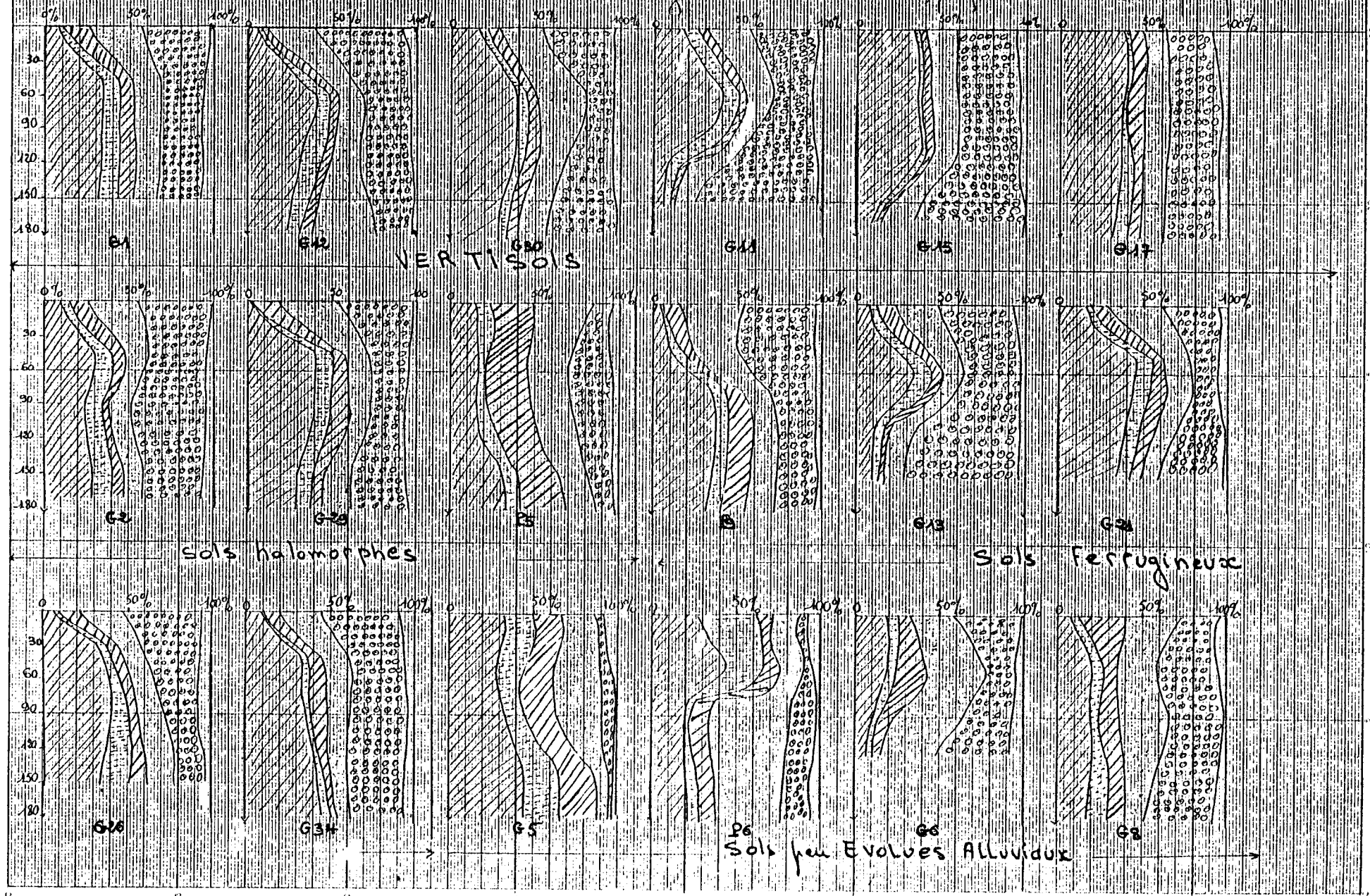


Fig. 10 Variations de la granulométrie avec la profondeur dans les sols étudiés



grossiers est relativement faible le long des profils limoneux mais par contre reste élevée dans les sols sableux.

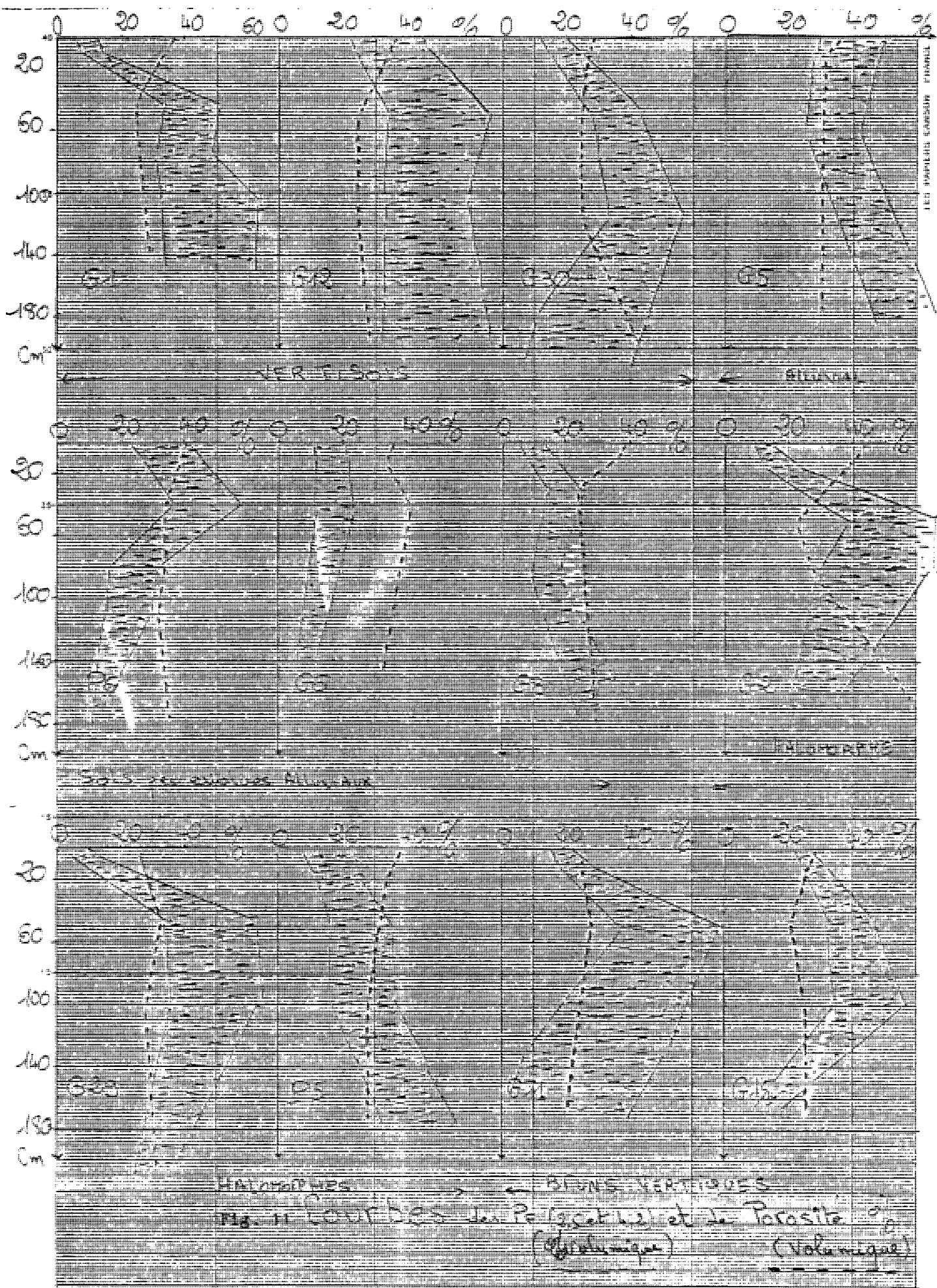
## 2.- Données hydriques de laboratoire : PF 2,5 et PF 4,2.

Ces deux constantes hydriques (fig. 11 et 11 suite) ont été déterminées dans le but d'apprécier au laboratoire, la teneur en eau correspondant à deux états hydriques du sol : le PF 2,5 donnant approximativement la teneur en eau à la capacité au champ et le PF 4,2 la teneur en eau au point de flétrissement ; la différence des deux teneurs d'humidité est considérée comme étant l'eau utile.

D'une manière générale, quelle que soit la classe, l'eau utile augmente avec la profondeur, du moins jusqu'à l'altérite ; dans les vertisols de 0 à 20 cm, les teneurs en eau utile sont de l'ordre de 10 % (% volumique) exception faite du G12. Cette remarque s'applique également aux sols halomorphes argileux ainsi qu'aux sols ferrugineux et peu évolués sableux. Les peu évolués limoneux s'écartent des autres avec des teneurs avoisinant 20 % en surface ; dans les horizons intermédiaires, (30-100 cm), les sols vertiques présentent plus de 30 % d'eau utile : cette teneur semble se maintenir jusqu'à la base du profil pour certains vertisols et sols bruns vertiques. Les plus faibles teneurs sont enregistrées dans les sols ferrugineux (P9) et dans les sols alluviaux sableux (G6, G8).

La figure 12 nous indique qu'il existe une relation linéaire entre PF 4,2 et la teneur en A + L ; ce qui se traduit par un bon regroupement des points autour de la diagonale ; les points qui s'en éloignent correspondraient à une différence dans la nature des argiles. En effet, ces points correspondent à des sols limoneux qui renfermeraient des argiles non gonflantes ; les points qui sont situés dans la partie supérieure de la courbe appartiennent à des horizons B vertiques, tandis que les points de la base sont ceux des sols ferrugineux, des sols sableux ou à des horizons de surface ; plus la texture est argileuse, plus le PF 4,2 resté élevé. Quant à la fig-13 & 13 suite, elle confirme un parallélisme entre la teneur en (Argile + limon fin) et le PF 4,2 quel que soit le type de sol et quelle que soit sa profondeur.





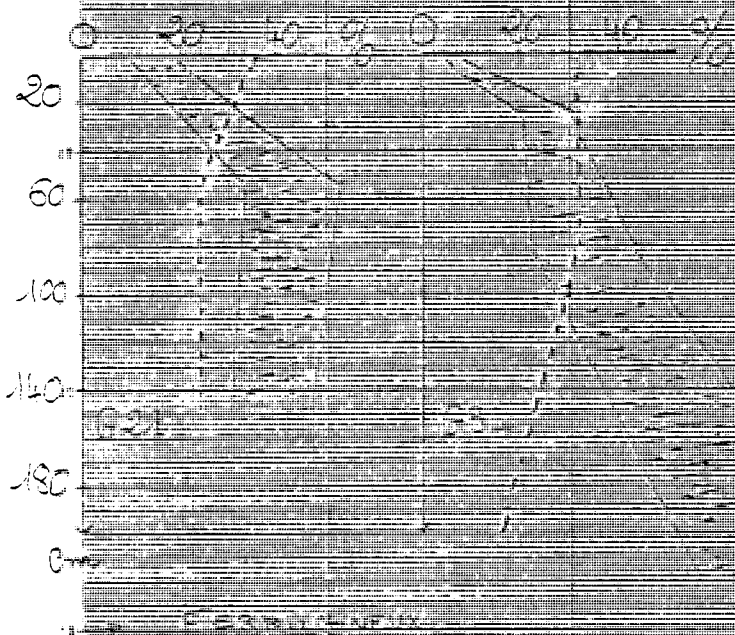
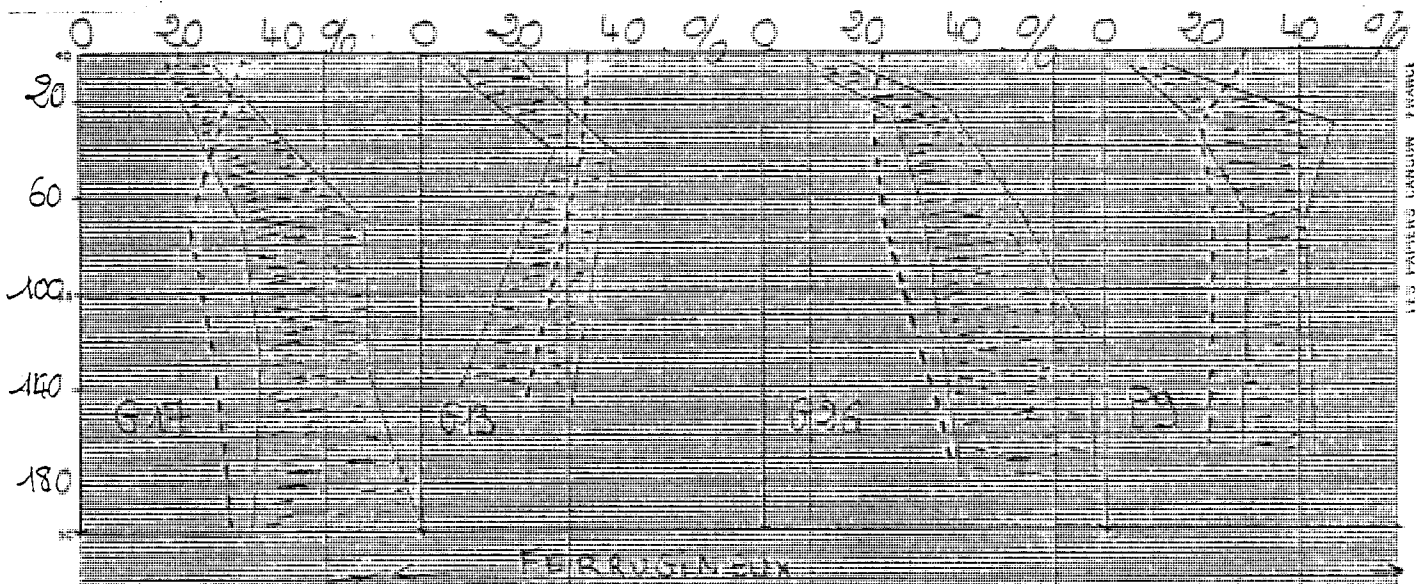
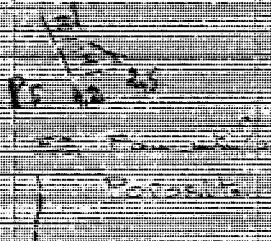


Fig. 11 (continued) Compositions of the Fe-Fe<sub>3</sub>C-FeS system (at 150°C) (vol. %)



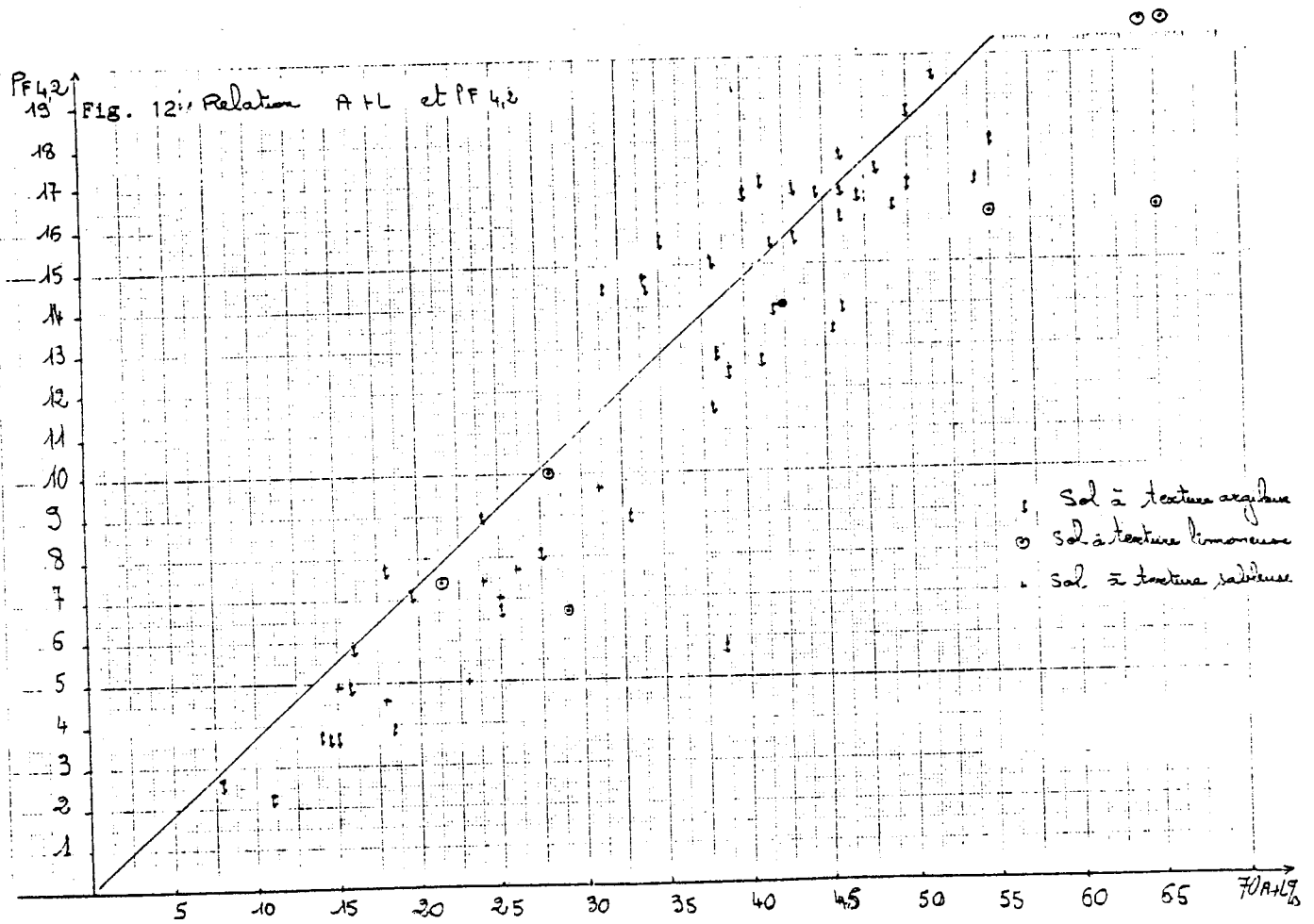
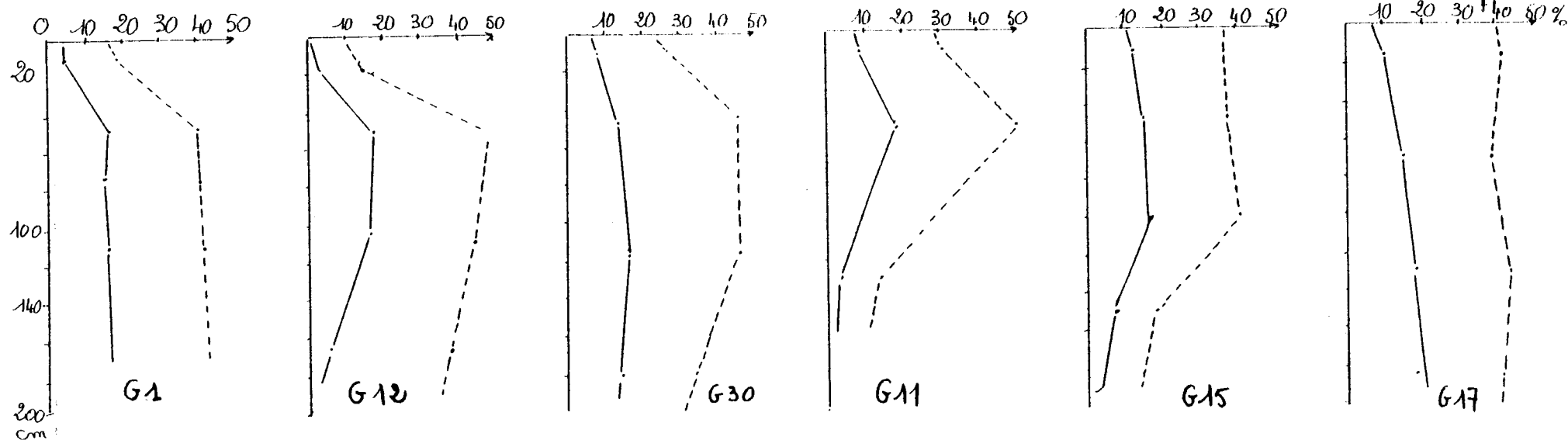


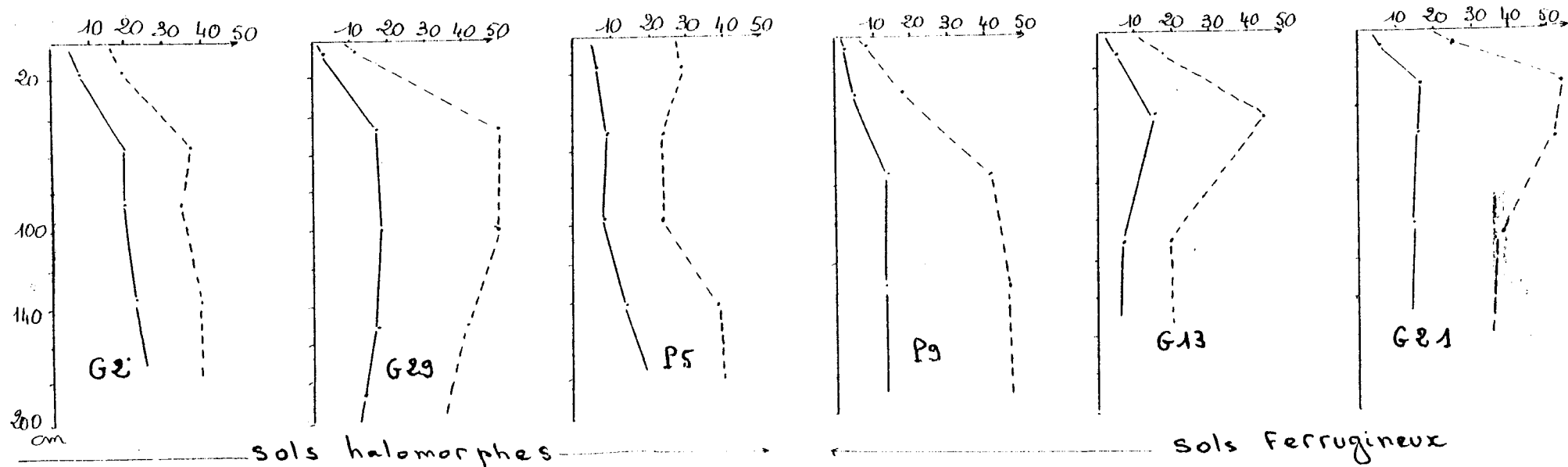


Fig. 13

Relation entre PF<sub>4</sub> et A+L %



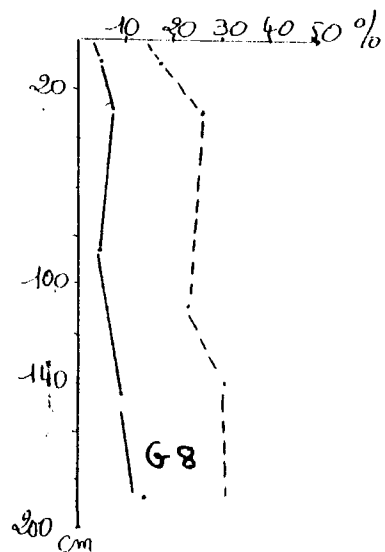
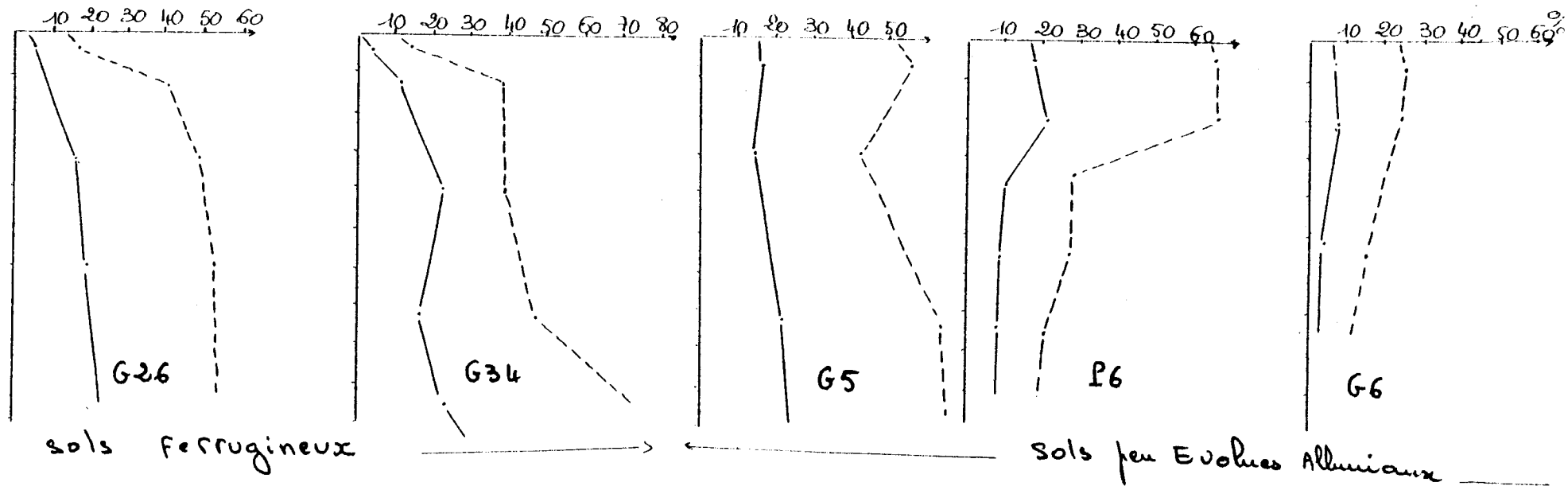
VERTISOLS



Sols halomorphes

Sols Ferrugineux

Fig. 13 (suite)



Relation entre PF 4,2 et A+L %

LEGENDE

— PF 4,2  
- - - A+L

### 3.- Porosité sur motte.

Elle exprime le pourcentage volumique des espaces occupés par l'air et l'eau dans le sol ; cette mesure a été effectuée par la méthode au pétrole.

En remarque générale, les valeurs de porosité par cette méthode sont en deçà des valeurs du sol en place du fait de la macroporosité due aux racines, aux fentes, aux fissures etc... et du fait aussi que les échantillons argileux et limoneux se rétractent après séchage à l'air.

La porosité est plus élevée dans les horizons de surface qu'en B quelle que soit la classe considérée ; la moyenne est de 35 cm<sup>3</sup> pour 100 cm<sup>3</sup> de terre ; elle ne dépasse les 40 cm<sup>3</sup> que dans les sols peu évolués et dans un sol halomorphe sableux en surface. En C, elle peut être plus élevée du fait de la porosité intergranulaire de l'altérite (G2, G30).

Les horizons vertiques sont les moins poreux et le regroupement s'effectue bien au niveau des vertisols ; les sols ferrugineux hydromorphes sont plus poreux que les non hydromorphes. Les sols peu évolués semblent présenter une homogénéité de porosité (28 %) tout au long du profil (fig. 14).

Le report des courbes de porosité sur celles des PF permet d'apprécier les niveaux où le sol est aéré et les niveaux où il y a au contraire asphyxie (respectivement quand la courbe de porosité est supérieure au PF 2,5, ou inférieure au PF 4,2), voir figure 11. Ainsi on note que les sols sont aérés en surface, pour les ferrugineux, les halomorphes, les vertisols sableux et sur l'ensemble du profil pour les alluviaux sableux. Dans les sols bruns vertiques et quelques vertisols sableux, il y aurait théoriquement asphyxie en surface ; dans les horizons de profondeur des sols vertiques et ferrugineux, il y aurait un manque d'aération ( $P < PF\ 4,2$ ).

Une des utilisations de la porosité des mottes qui ne peut être considérée comme la porosité du sol, pour des raisons déjà évoquées est son rapport avec l'humidité équivalente que VIGNERON et DESAUNETTES

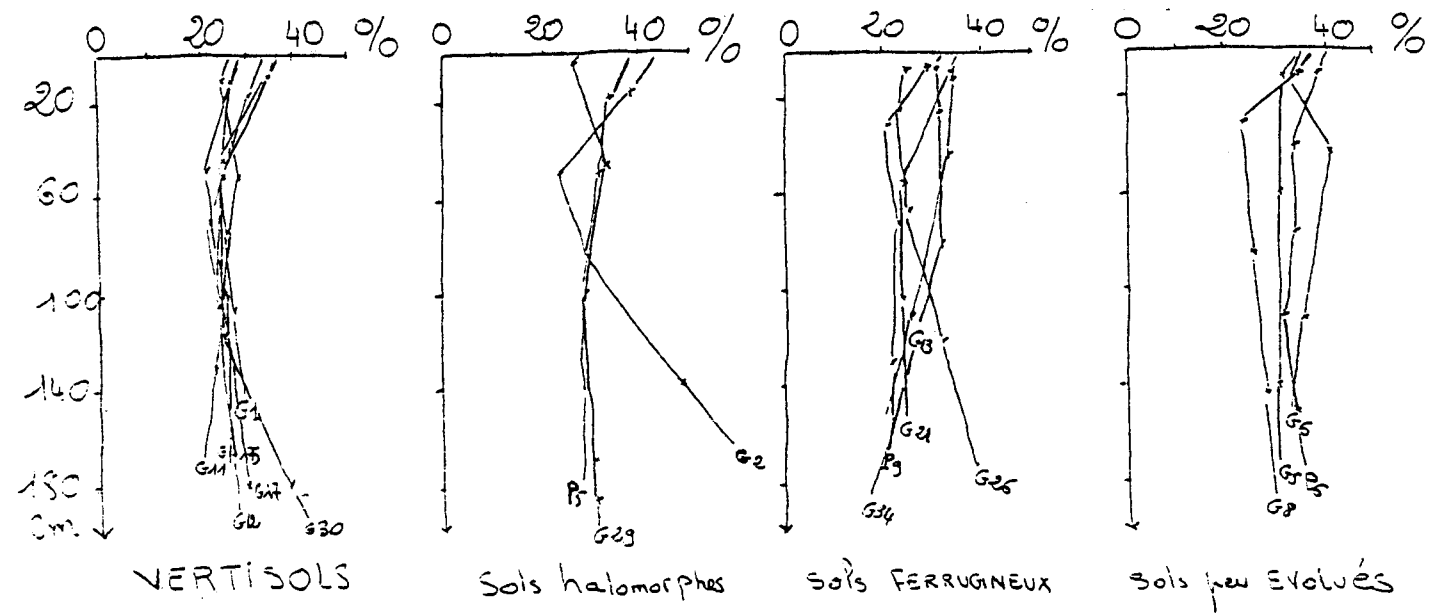


Fig. 14

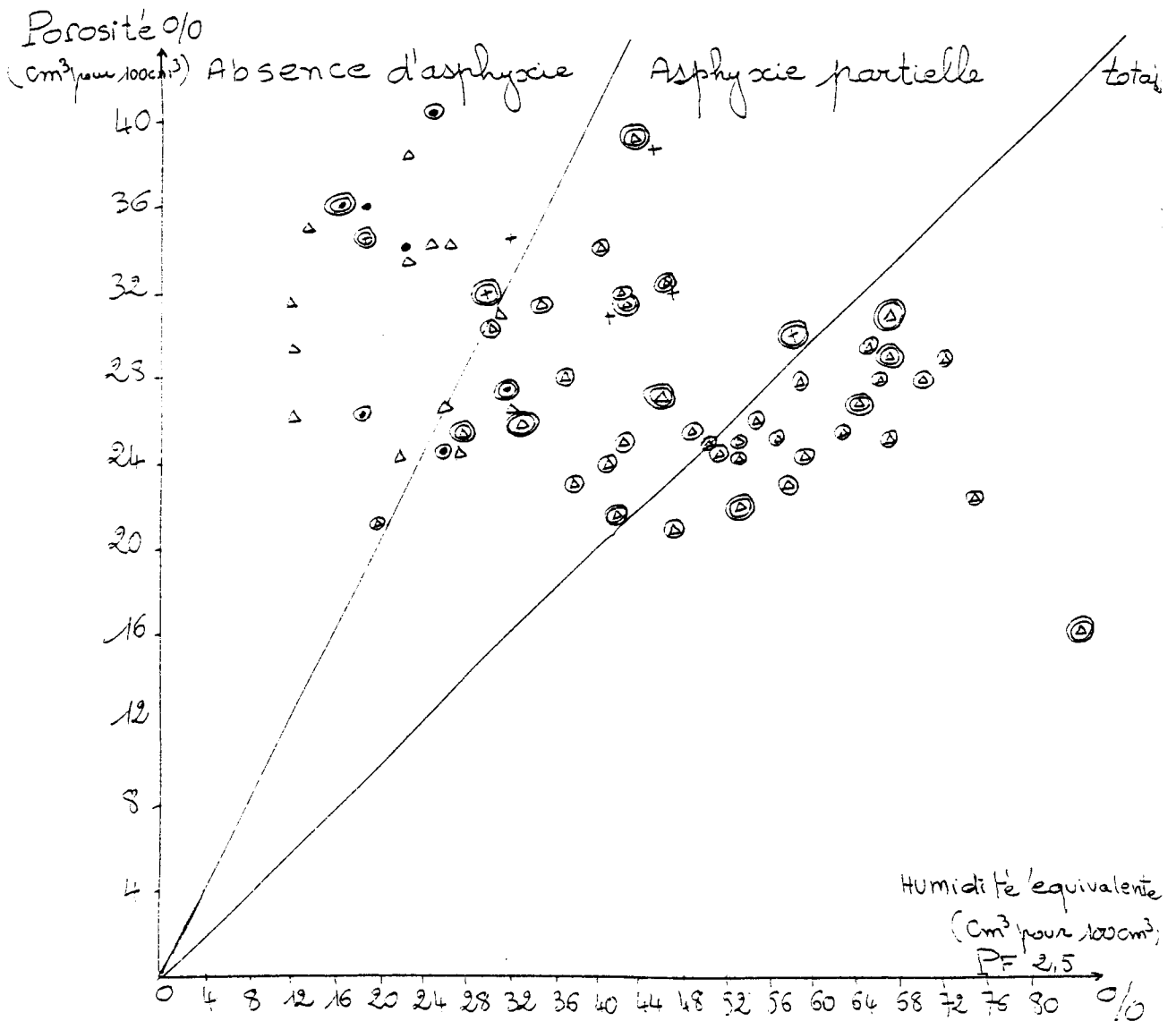
Courbes de Porosité des  
différents classes de sol (% Volumique)

Fig. 15

# Graphique de porosité en fonction de l'humidité équivalente

## LEGENDE

- Sols à texture sableuse { A   
                                           B   
                                           Bc ou C
- Sols à texture limoneuse { A   
                                           B   
                                           Bc ou C
- Sols à texture Argileuse { A   
                                           B   
                                           Bc ou C



(1958), considèrent comme valable en tant qu'indice de compacité et de risque d'asphyxie (fig. 15). Ce rapport montre que les horizons de surface ainsi que les horizons d'altérite sont situés dans la zone d'absence d'asphyxie alors que tous les horizons B ou BC des sols à texture argileuse se situeraient dans la zone d'asphyxie partielle à totale. Quelques horizons de surface des sols les plus vertiques sont dans la zone d'asphyxie partielle.

#### 4.- Indice d'instabilité structurale.

Cette méthode de Henin et al. (1958) permet d'évaluer, plutôt d'apprécier la résistance du sol aux facteurs de dégradation : cette méthode repose sur le raisonnement suivant :

"Les processus qui se manifestent dans un sol en place sont très divers. Toute méthode visant à porter un jugement synthétique sur le comportement d'un échantillon à l'aide d'un seul test risque donc de ne fournir que des informations partielles. Ces auteurs ont donc estimé qu'en appliquant une série d'essais, ils avaient des chances d'évaluer les diverses propriétés qui peuvent, à une occasion ou l'autre, déterminer l'évolution du sol en place". HENIN (1976).

Les résultats des mesures d'analyses d'agrégats, stables à l'eau, sur des échantillons de sol, soit prétraités à l'alcool, soit prétraités au benzène, soit non traités et les mesures d'éléments fins (A + L) permettent de calculer un indice d'instabilité. Il est retenu que plus Is est bas, plus cette résistance est bonne.

$$[ IS = \frac{A + L}{Ag\text{ eau} + Ag\text{ alcool} + Ag\text{ benzène} - 0,9\text{ SG}} ]$$

3

L'observation des IS regroupés par classe de sol fait ressortir les caractéristiques suivantes (fig. 16 et tabl.4):

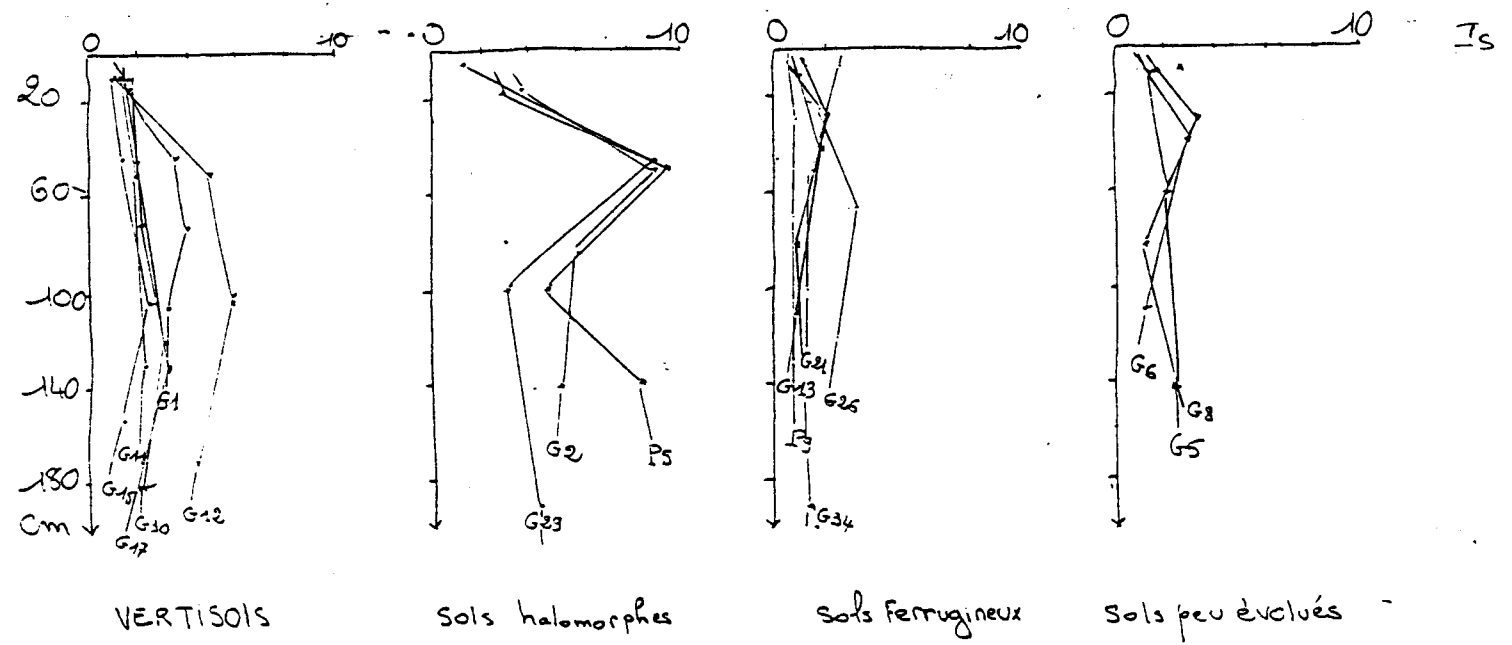


Fig. 16

Indice d'instabilité structurale des différentes classes de sol  
en fonction de la profondeur

Tab. 4 - Résultats des analyses de la stabilité structurale.

|                                                                             | Echantillons     | Prof.<br>(cm) | Is  |                                                                            | Echantillons     | Prof.<br>(cm) | Is  |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|-----|----------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|-----|
|                                                                             |                  |               |     |                                                                            |                  |               |     |
| V<br>E<br>R<br>T<br>I<br>S<br>O<br>L<br>S                                   | G1 <sub>1</sub>  | 0-30          | 1.3 | S<br>O<br>L<br>S<br><br>P<br>E<br>U<br><br>E<br>V<br>O<br>L<br>U<br>E<br>S | P9 <sub>1</sub>  | 0-10          | 0.5 |
|                                                                             | G1 <sub>2</sub>  | 30-60         | 3.5 |                                                                            | P9 <sub>2</sub>  | 10-50         | 0.9 |
|                                                                             | G1 <sub>3</sub>  | 60-90         | 4   |                                                                            | P9 <sub>3</sub>  | 50-100        | 0.7 |
|                                                                             | G1 <sub>4</sub>  | 90-120        | 3.1 |                                                                            | P9 <sub>4</sub>  | 100-160       | 0.7 |
|                                                                             | G12 <sub>1</sub> | 0-34          | 1.2 |                                                                            | G13 <sub>1</sub> | 0-25          | 0.8 |
|                                                                             | G12 <sub>2</sub> | 34-83         | 4.8 |                                                                            | G13 <sub>2</sub> | 25-60         | 1.8 |
|                                                                             | G12 <sub>3</sub> | 83-130        | 5.9 |                                                                            | G13 <sub>3</sub> | 60-160        | 0.8 |
|                                                                             | G12 <sub>4</sub> | 130-200       | 4.5 |                                                                            | G26 <sub>1</sub> | 0-7           | 0.8 |
|                                                                             | G30 <sub>1</sub> | 0-20          | 1.3 |                                                                            | G26 <sub>2</sub> | 7-40          | 1.9 |
|                                                                             | G30 <sub>2</sub> | 20-73         | 1.9 |                                                                            | G26 <sub>3</sub> | 40-90         | 3.4 |
|                                                                             | G30 <sub>3</sub> | 73-160        | 3.2 |                                                                            | G26 <sub>4</sub> | 90-150        | 2.5 |
|                                                                             | G30 <sub>4</sub> | 160-200       | 1.8 |                                                                            | G21 <sub>1</sub> | 0-17          | 2.7 |
|                                                                             | G11 <sub>1</sub> | 0-20          | 1.4 |                                                                            | G21 <sub>2</sub> | 17-41         | 1.8 |
|                                                                             | G11 <sub>2</sub> | 20-80         | 1.9 |                                                                            | G21 <sub>3</sub> | 41-75         | 1.5 |
|                                                                             | G11 <sub>3</sub> | 80-185        | 2.1 |                                                                            | G21 <sub>4</sub> | 75-137        | 1.8 |
|                                                                             | G15 <sub>1</sub> | 0-23          | 0.9 |                                                                            | G34 <sub>1</sub> | 0-15          | 1.3 |
|                                                                             | G15 <sub>2</sub> | 23-80         | 1.5 |                                                                            | G34 <sub>2</sub> | 15-39         | 2.1 |
|                                                                             | G15 <sub>3</sub> | 80-120        | 2.4 |                                                                            | G34 <sub>3</sub> | 39-120        | 0.8 |
|                                                                             | G15 <sub>4</sub> | 120-180       | 1.2 |                                                                            | G34 <sub>4</sub> | 120-165       | 1.4 |
|                                                                             | G17 <sub>1</sub> | 0-33          | 1.6 |                                                                            | G34 <sub>5</sub> | 165-200       | 1.5 |
| S<br>O<br>L<br>S<br><br>H<br>A<br>L<br>O<br>M<br>O<br>R<br>P<br>H<br>E<br>S | G17 <sub>2</sub> | 33-100        | 2.1 | S<br>O<br>L<br>S<br><br>P<br>E<br>U<br><br>E<br>V<br>O<br>L<br>U<br>E<br>S | G5 <sub>1</sub>  | 0-30          | 1.5 |
|                                                                             | G17 <sub>3</sub> | 100-166       | 3.1 |                                                                            | G5 <sub>2</sub>  | 30-85         | 2.2 |
|                                                                             | G17 <sub>4</sub> | 166-200       | 1.9 |                                                                            | G5 <sub>3</sub>  | 85-200        | 2.6 |
|                                                                             | G2 <sub>1</sub>  | 0-31          | 3.7 |                                                                            | P6 <sub>1</sub>  | 0-20          | 1.4 |
|                                                                             | G2 <sub>2</sub>  | 31-60         | 9   |                                                                            | P6 <sub>2</sub>  | 20-60         | 2.4 |
|                                                                             | G2 <sub>3</sub>  | 60-116        | 6   |                                                                            | P6 <sub>3</sub>  | 60-90         | 4.4 |
|                                                                             | G2 <sub>4</sub>  | 116-160       | 5.2 |                                                                            | P6 <sub>4</sub>  | 92-130        | 2.9 |
|                                                                             | G29 <sub>1</sub> | 0-13          | 1.1 |                                                                            | P6 <sub>5</sub>  | 130-200       | 2.0 |
|                                                                             | G29 <sub>2</sub> | 13-70         | 9   |                                                                            | G6 <sub>1</sub>  | 0-23          | 1.5 |
|                                                                             | G29 <sub>3</sub> | 70-130        | 2.7 |                                                                            | G6 <sub>2</sub>  | 23-63         | 3.0 |
|                                                                             | G29 <sub>4</sub> | 130-170       | 4.7 |                                                                            | G6 <sub>3</sub>  | 63-96         | 1.2 |
|                                                                             | G29 <sub>5</sub> | 170-200       | 2.1 |                                                                            | G8 <sub>1</sub>  | 0-17          | 1.7 |
|                                                                             | P5 <sub>1</sub>  | 0-30          | 2.7 |                                                                            | G8 <sub>2</sub>  | 17-52         | 3.3 |
|                                                                             | P5 <sub>2</sub>  | 30-65         | 9.5 |                                                                            | G8 <sub>3</sub>  | 52-126        | 1.3 |
|                                                                             | P5 <sub>3</sub>  | 65-120        | 4.7 |                                                                            | G8 <sub>4</sub>  | 126-160       | 2.7 |
|                                                                             | P5 <sub>4</sub>  | 120-160       | 8.4 |                                                                            |                  |               |     |

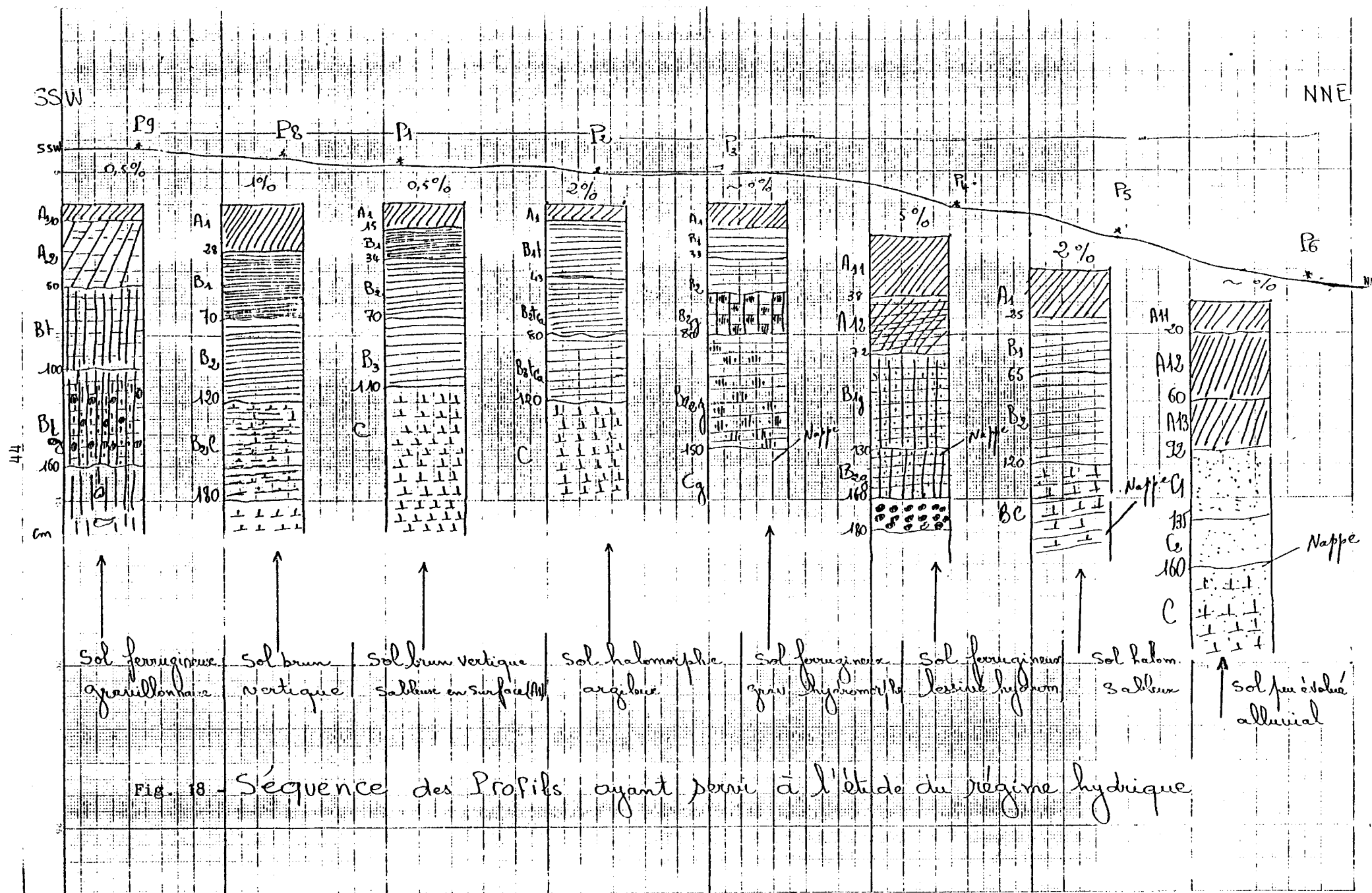


- dans les vertisols, les valeurs minimales sont de 1,3 en surface et de 5 dans les horizons vertiques ;
- dans les sols halomorphes, les minima sont autour de 2,5 et les maxima, très caractéristiques de B sont très élevés 9 à 9,5, même pour le type sableux, ce qui fait penser au rôle du sodium dans cette dégradation; les valeurs restent relativement élevées même en profondeur (5). ;
- les sols ferrugineux exception faite du G26 ont les Is les plus faibles sur l'ensemble du profil (IS 3) et autour de 0,5-0,8 en surface ;
- quant aux sols alluviaux, IS a tendance à augmenter avec la profondeur mais les valeurs restent toujours inférieures à 4,5.

#### 5.- Régime hydrique des sols du bassin versant.

Les mesures ont été effectuées sur huit profils se regroupant dans les quatre classes de sol définies précédemment (voir séquence des profils fig. 18) et carte de localisation) ; l'ensemble de ces profils peut être situés suivant une séquence allant du sud/sud-ouest au nord/nord-est ; ils sont situés sur des pentes relativement faibles à nulles pour la plupart. Quelques profils situés à l'aval présentent des pentes supérieures à 2 % : ce sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes (P4) et les sols halomorphes vertiques (P2) ou sableux P5).

Pour déterminer les réserves hydriques, on trace les courbes d'humidité mesurées sur le terrain en fonction du temps ; puis on reporte sur le même graphique les courbes d'humidité au point de flétrissement (PF 4,2) correspondant. La différence entre l'humidité au champ et le point de flétrissement doit être positive pour qu'il y ait réserve en eau utile ; quand elle est négative, il y a déficit, ce qui est matérialisé soit par des hachures, soit par des croisillons selon le cas (fig. 20 à 23).



a) Remarques sur la pluviométrie journalière.

La figure (19) permet de suivre la quantité et la fréquence des pluies pendant la saison et plus particulièrement pendant la période d'étude. Au regard de cette donnée, on observe que : les premières pluies de l'année, commencent vers la mi-avril mais de façon épisodique et le nombre en général ne dépasse pas deux ; quelques rares pluies peuvent avoir lieu au mois de mai avec toujours un nombre inférieur ou égal à deux ; les quantités sont négligeables, la moyenne mensuelle faisant à peine 15 mm.

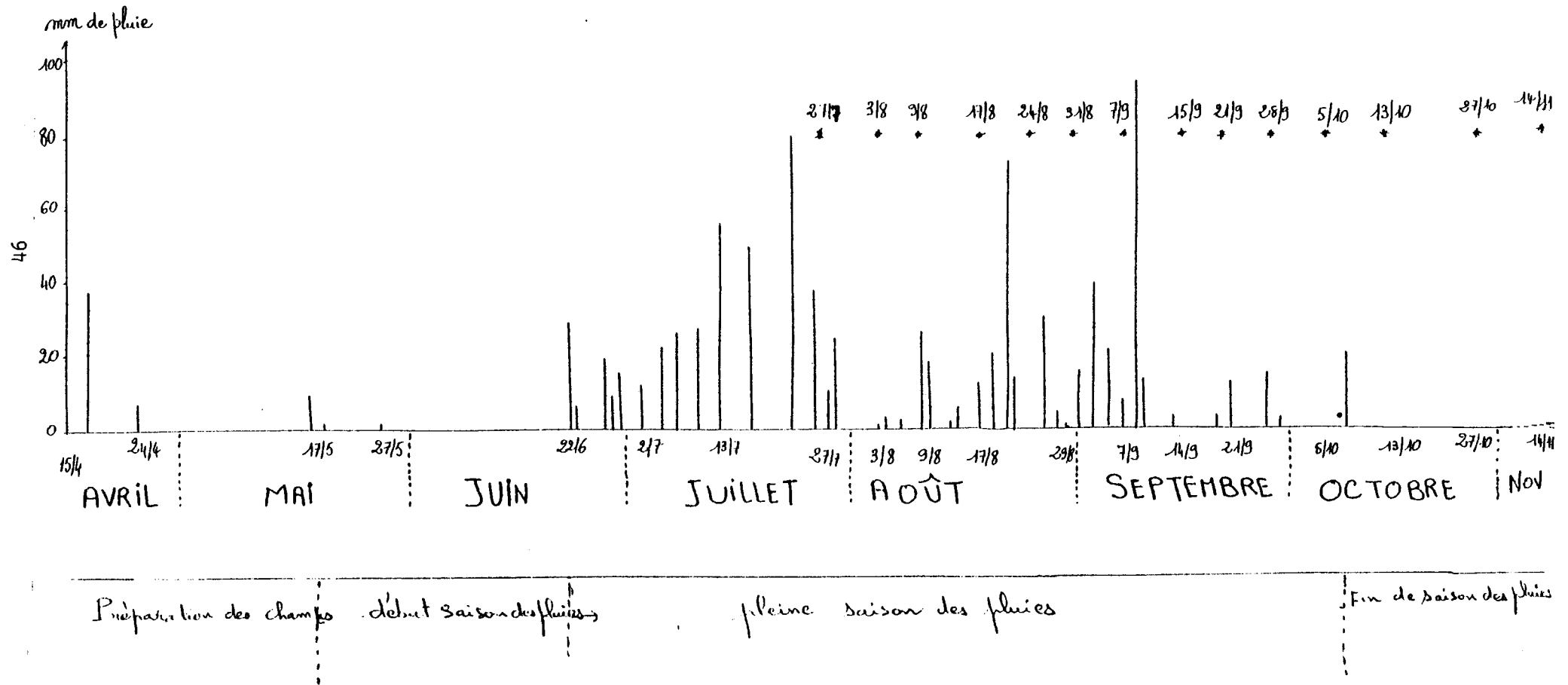
Les pluies d'avril encore appelées "pluies des mangues" et les pluies de mai permettent une humectation de la surface des sols ; cela facilite, entre autre, la préparation des champs par les paysans. Pendant les trois premières semaines de juin, il n'y a eu aucune pluie : cette période de sécheresse est préjudiciable aux semis effectués juste après les pluies du 27 mai.

Les pluies deviennent régulières tout le mois de juillet, tombant en moyenne tous les trois jours avec des moyennes de 30 mm et des maximum de 80 mm. C'est le mois qui a connu la plus forte pluviométrie de l'année.

En août, la régularité des pluies se maintient comme en juillet, jusqu'à la première semaine de septembre. A partir de la deuxième semaine du mois de septembre, cette régularité s'estompe et on n'a que des pluies d'environ 15 mm tous les cinq ou six jours. En début octobre, jusqu'à la fin, les pluies deviennent extrêmement rares : une seule enregistrée le 8 du mois (20 mm) ; cette rareté se manifeste jusqu'à la fin de novembre (début de la saison fraîche).

La dynamique de l'eau dans les sols est largement dépendante de la texture, de la structure à différents niveaux du profil. Elle est aussi dépendante de la fréquence et de la quantité d'eau tombée et également de la position topographique (drainage externe) de chaque profil.

Fig. 19 Pluviométrie journalière et date de mesure d'humidité des sols



b) Les vertisols.

Ils sont représentés par les profils P1 et P8, les deux profils tendant vers le faciès brun vertique, l'un à texture sableuse en surface et l'autre à texture argilo-sableuse en surface ; une autre différence est que dans le type sableux (P1) il n'y a pas de trace de carbonate de calcium dans les horizons sous-jacents et en plus la structure massive à éclats anguleux est mieux exprimée. Cependant dans le faciès argileux (P8), il y a de nombreux graviers calcaires dans les horizons intermédiaires et de profondeur ; l'effervescence est généralisée et vive ici c'est la structure prismatique à tendance cubique qui est exprimée.

En observant les profils hydriques successifs de ces sols les remarques suivantes peuvent être faites :

- chaque sol semble présenter trois niveaux d'humidité à chaque période : un niveau correspondant à l'horizon supérieur (0-20), un second (30-60) correspondant à l'horizon intermédiaire et un troisième, au niveau de profondeur (80-120 cm).
- Ces niveaux correspondent à des différenciations texturales et structurales.
- L'humidité n'augmente de façon notable que dans les horizons supérieurs et intermédiaires.
- Cette augmentation est en liaison directe avec la fréquence et la quantité de pluie tombée ; ainsi, l'eau utile est relativement élevée dans ces sols à partir du 17 août et jusqu'au 15 septembre.

Le déficit observé le 9 août est expliqué par les quantités faibles de pluie qui ont précédé ce prélèvement.

Le dessèchement est beaucoup plus marqué en surface que dans les horizons intermédiaires, en raison de la texture sableuse et de l'évaporation plus accentuée à ce niveau. Dans les horizons intermédiaires et profonds du profil sableux (P1), la teneur en eau utile est plus élevée que dans ceux du profil argileux (P8), pendant la période du 7 septembre au 21 septembre ; la raison est due à la différence de structure des deux profils et à la présence des graviers, calcaires

Fig. 20 - Réserve hydrique des vertisols.

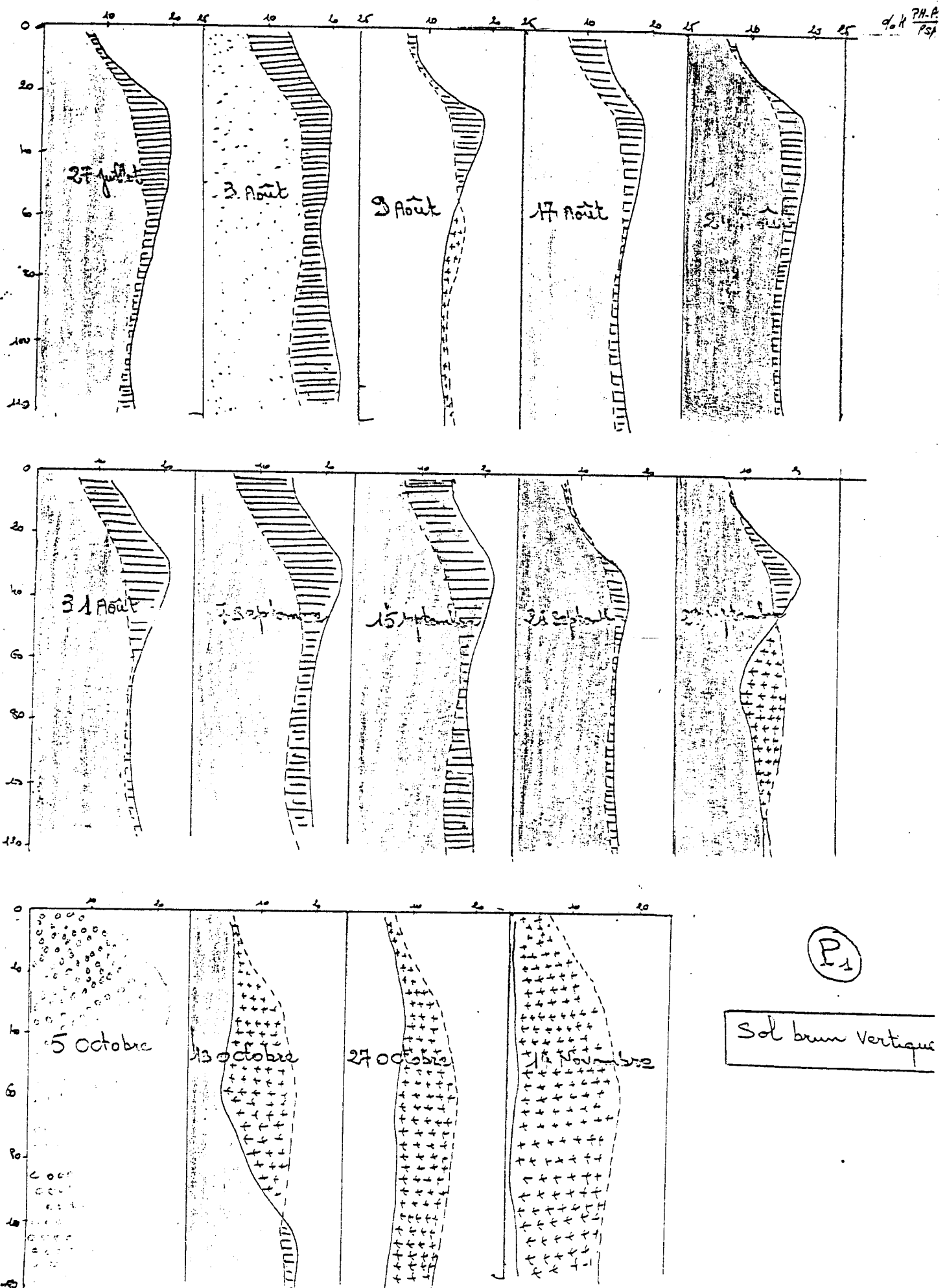
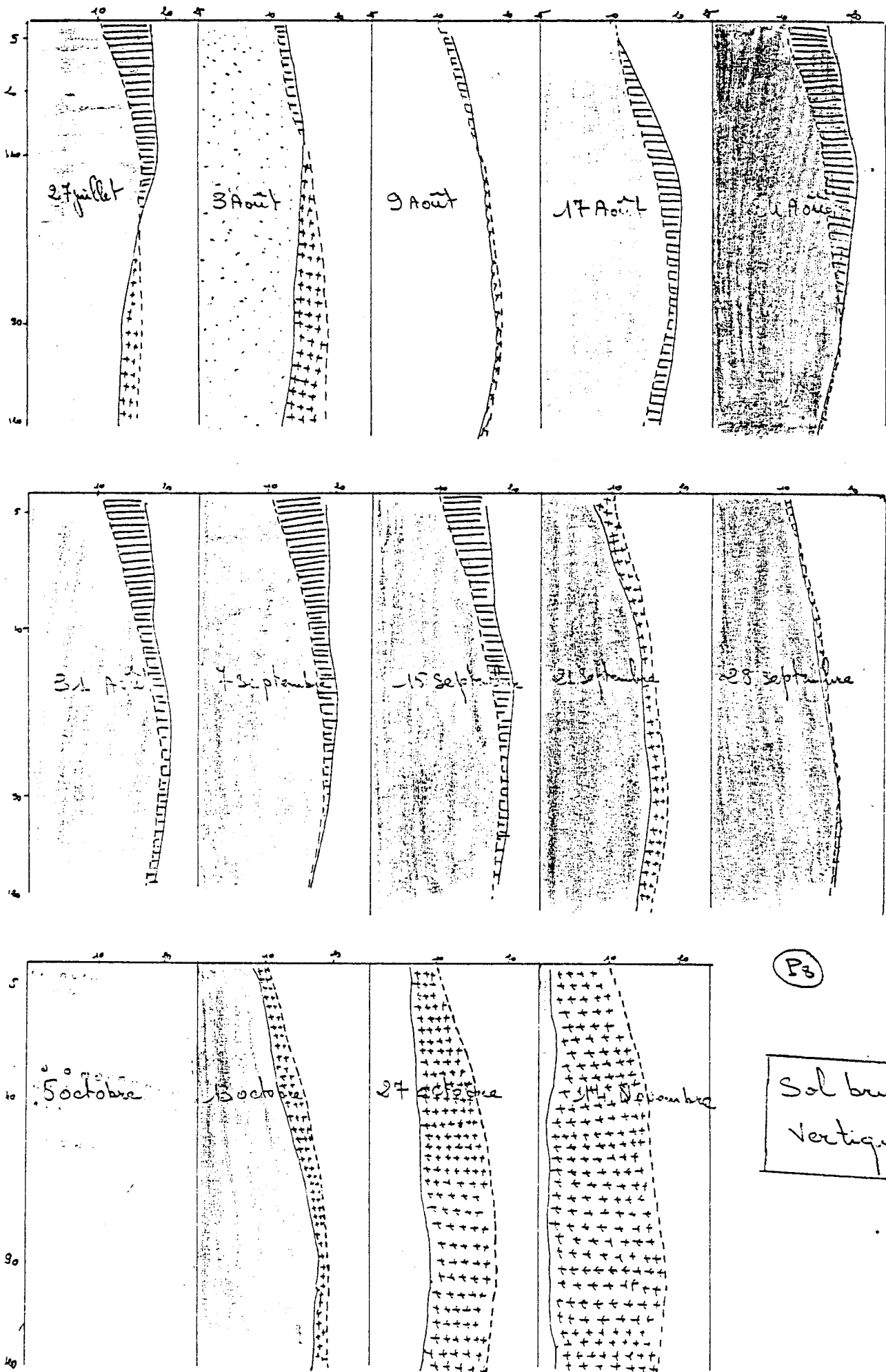


Fig. 20bis - Réserve hydrique des vertisols



dans le P8. Le déficit en eau est très accentué dans les deux profils à partir du 13 Octobre. La faible teneur en eau utile dans ces sols est due également en surface, à une structure massive ou prismatique, avec une cohésion des blocs assez forte et une porosité moyenne essentiellement tubulaire d'origine biologique. La structure n'est pas favorable malgré la texture sableuse (cas du P1). En profondeur, la structure est fondamentalement mauvaise du type vertique et très défavorable à la pénétration et au développement des racines ; dans ces sols des racines moyennes de *Combretum glutinosum* vont jusqu'à seulement 30-40 cm ; les horizons de profondeur sont au point de vue porosité situés dans la zone à asphyxie partielle voire totale.

c) Les sols halomorphes.

Ils sont représentés par les profils P2 et P5 et présentent les caractéristiques physiques suivantes :

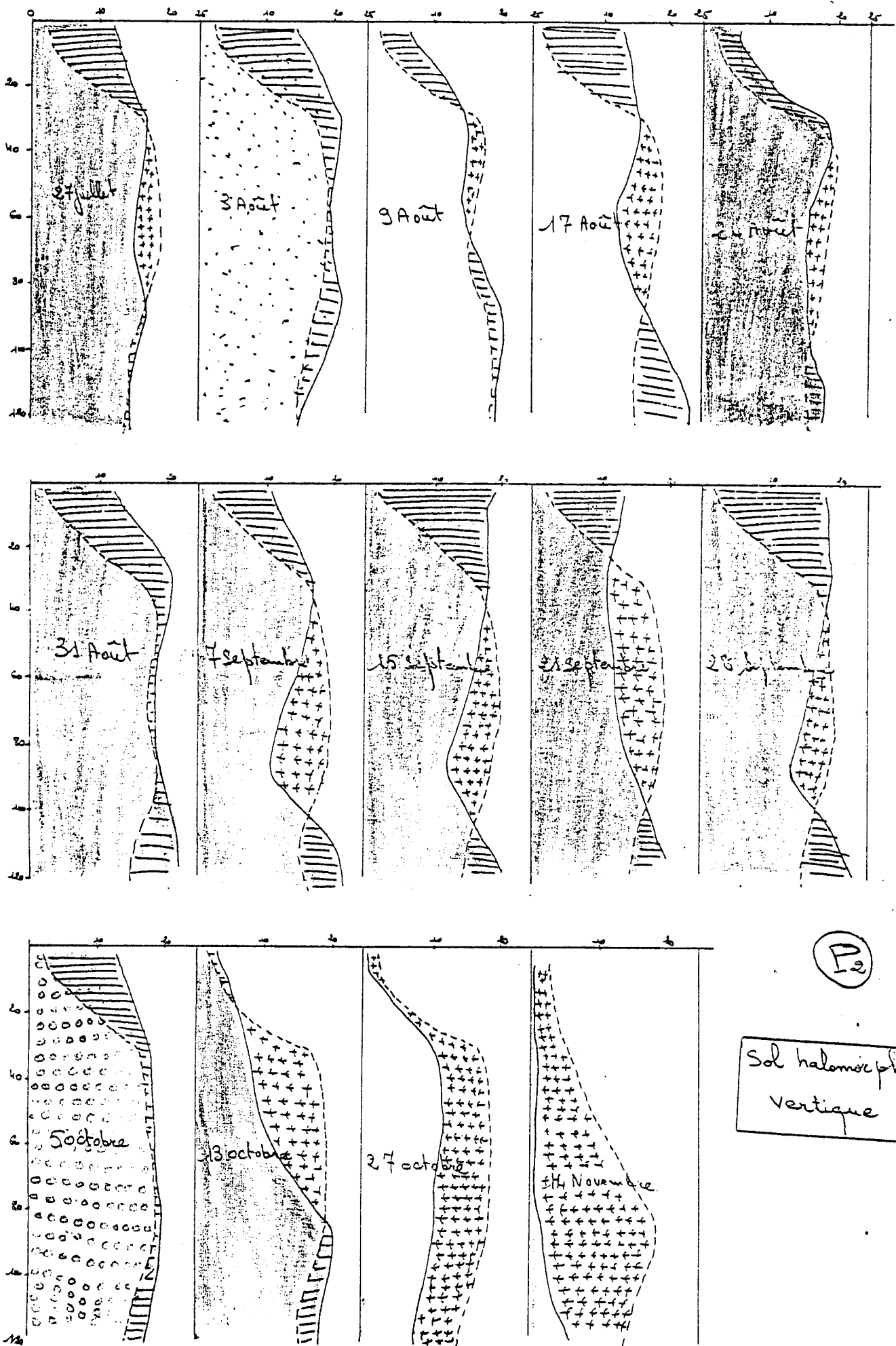
P2 est de type argileux à partir de 15 cm jusqu'à 1,20 m, l'horizon de surface étant sableux à sable grossier à porosité en mie de pain. L'horizon intermédiaire est très riche en carbonate de calcium en forme de nodules ; le pourcentage atteint 50 % dès 43 à 80 cm. Cet horizon est particulièrement très compact, à cohésion très forte. Ce profil qui est situé au bas d'une longue pente ne présente pas de nappe.

P5 qui est sablo-limoneux en surface (0-25) voire 0-30 qui est situé en bas d'une pente relativement courte. La porosité est également en mie de pain. L'horizon intermédiaire est sableux à sable fin. La structure est massive et s'effrite en particules sableuses. La cohésion est paradoxalement très forte à exceptionnelle ; dans les horizons de profondeur (1,20 m) la texture devient argilo-sableuse, et le profil est humecté à sa base (1,50 m) par une nappe discrète.

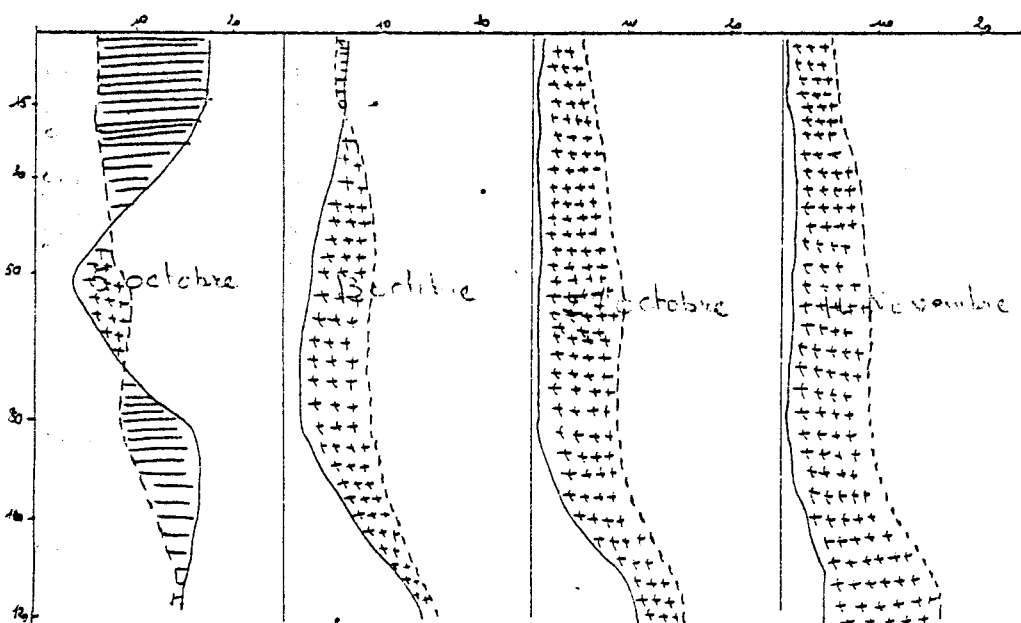
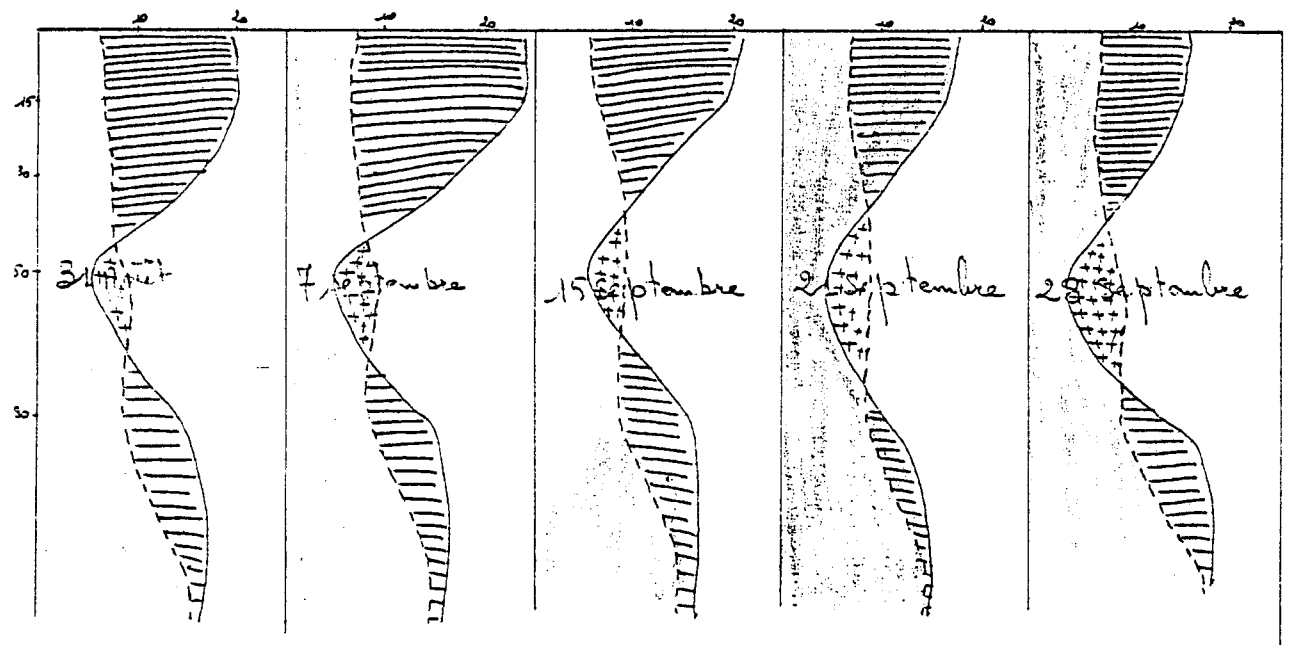
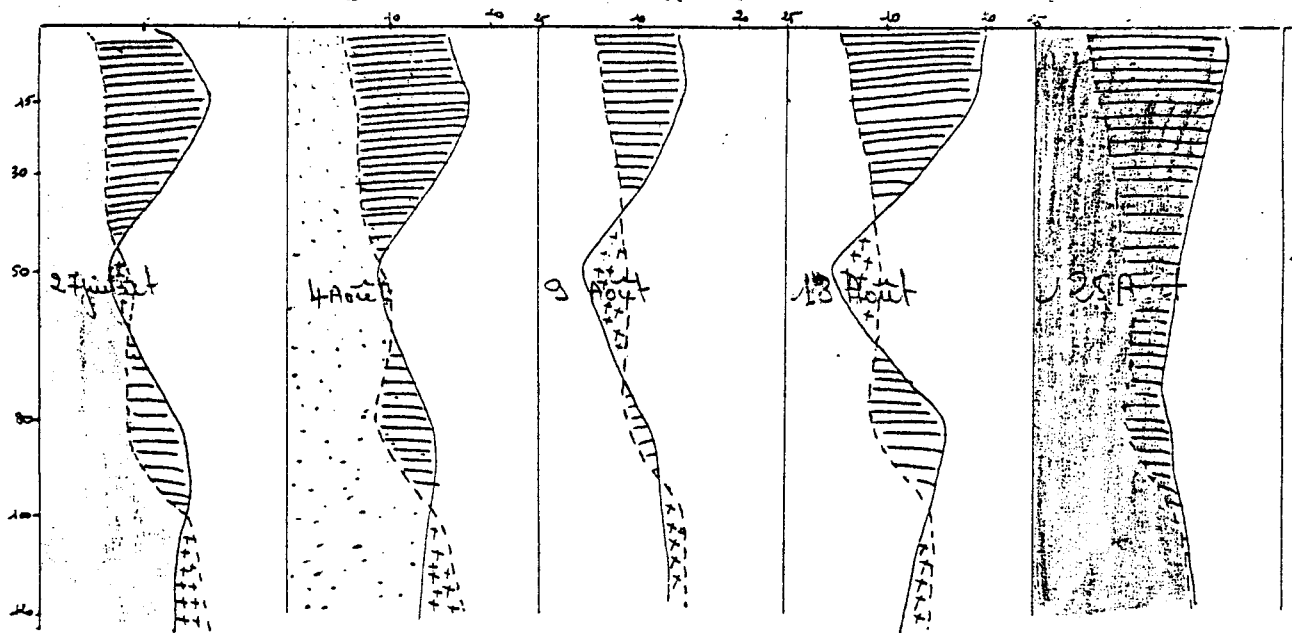
L'humectation se fait bien dans les horizons de surface pendant les périodes pluviales ; cela est surtout important pour le P5 en raison de sa texture sablo-limoneuse et de son aspect humifère. Le dessèchement observé le 9 août dans les vertisols est moins accentué en P5 qu'en P2.



Fig. 21 - Réserve hydrique des sols halomorphes.



52  
Fig. 21bis - Réserve hydrique des sols halomorphes.



(P5)

Sol halomorphe  
Salineux

Le déficit en eau utile au niveau des horizons intermédiaires (horizons sodiques) est quasi permanent dans les deux profils.

Le dessèchement est plus poussé en surface et dans les horizons intermédiaires qu'en profondeur à partir du 13 octobre.

Dans ces sols, la structure en surface est mauvaise ; la porosité en mie de pain indique une forte asphyxie ; en profondeur, le matériau argileux a une structure mal développée ; la cohésion d'ensemble est très forte et on peut voir apparaître une structure du type verticale prismatique aplatie ou en colonnettes. La macroporosité à ce niveau est nulle ; par contre, celle de la surface est bonne mais cet avantage est sans intérêt pour le sol à cause du régime hydrique particulier (phénomènes d'asphyxie). Les types sablo-limoneux présentent des conditions de régime hydrique meilleures quand ils ont un horizon A1 épais et quand ils sont dans une position topographique permettant un drainage de l'excès d'eau.

#### d) Les sols ferrugineux.

Ils sont représentés par les profils P9, P3 et P4 et appartiennent respectivement aux unités IV, V, VIII de la carte pédologique. Selon les critères de la classification de la C.P.C.S. 1967, P9 et P3 appartiendraient au groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés et respectivement au sous-groupe à concrétions et au sous-groupe induré et hydromorphe à pseudogley. Quand au P4, sa place nous pose un problème parce qu'il s'agit d'une superposition de matériaux : l'un présentant des caractères de sols à sesquioxydes et l'autre présentant un caractère vertical et calcaire en profondeur dès 1,60 m. Les deux matériaux sont séparés par un niveau gravillonnaire (20 cm d'épaisseur) de nature ferro-manganifères ; c'est à ce niveau qu'apparaît une nappe à éclipse remontant jusqu'à la base du premier horizon. KALOGA, 1968, les classait dans le groupe des sols ferrugineux tropicaux remaniés au niveau de la famille sur matériaux argilo-sableux parfois calcaires en profondeur. Selon le même auteur "l'entaille du niveau cuirassé par le cycle d'érosion qui l'a démantelé a assez souvent atteint la roche saine, et les niveaux gravillonnaires reposent alors sur les granites

Fig. 22 - Réserve hydrique des sols ferrugineux tropicaux.

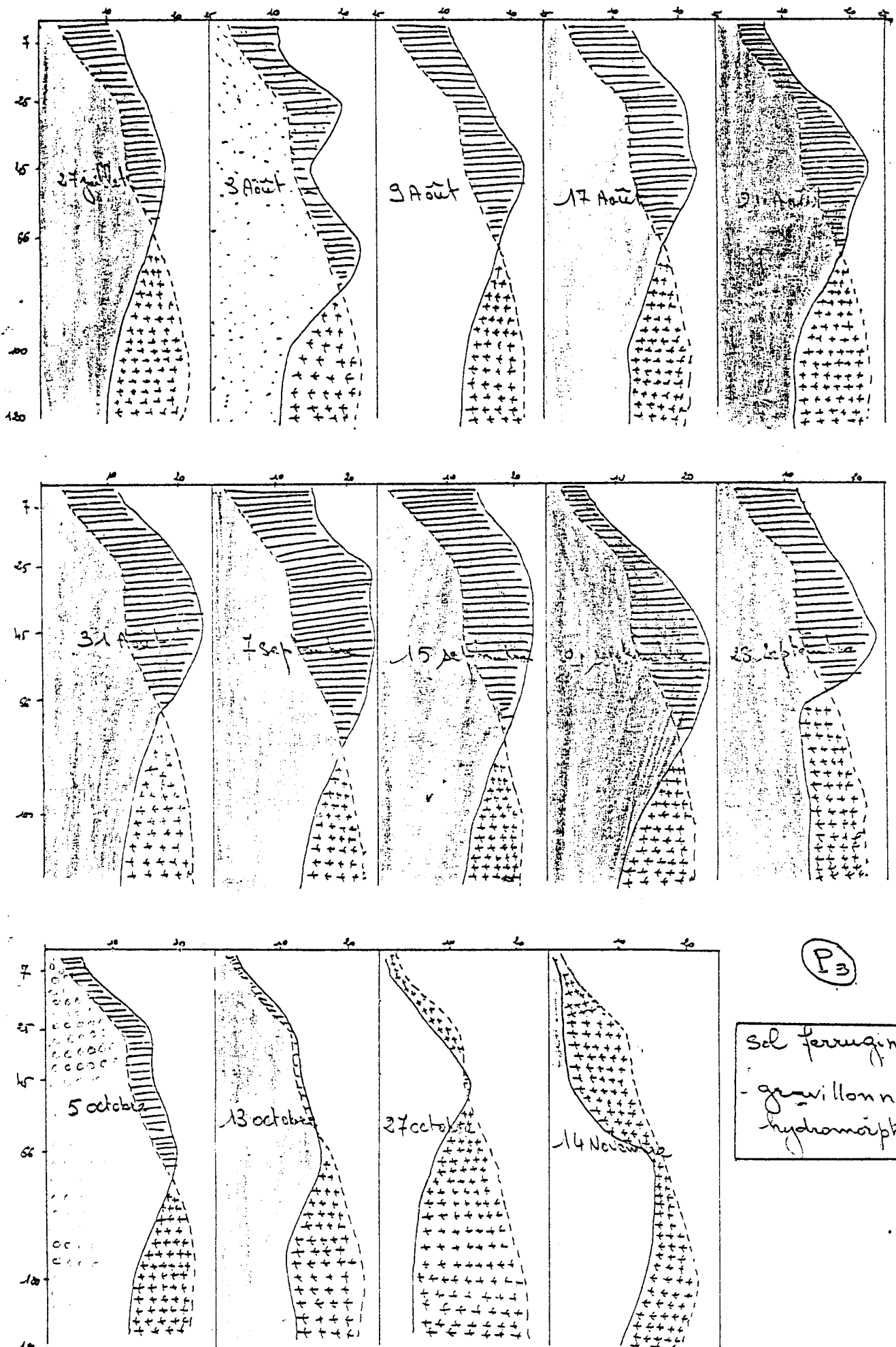
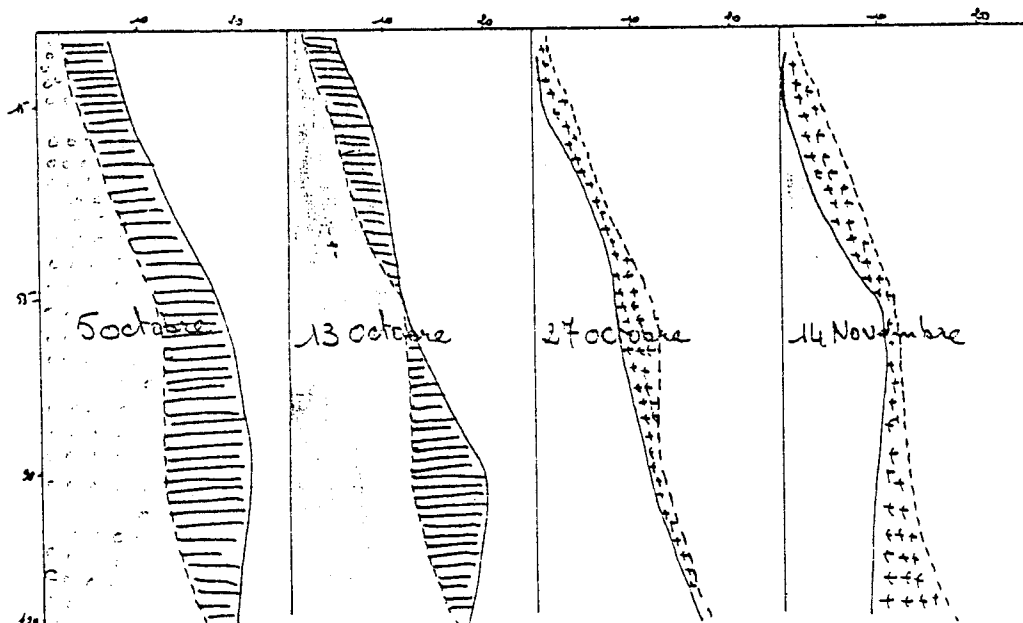
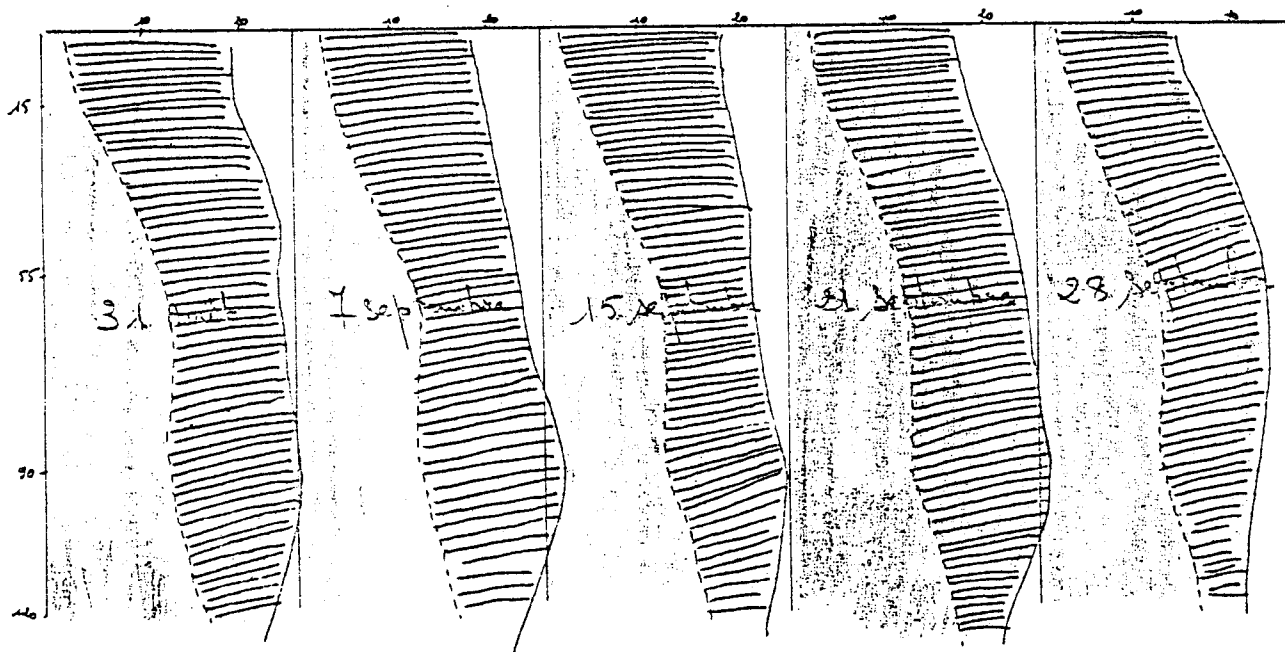
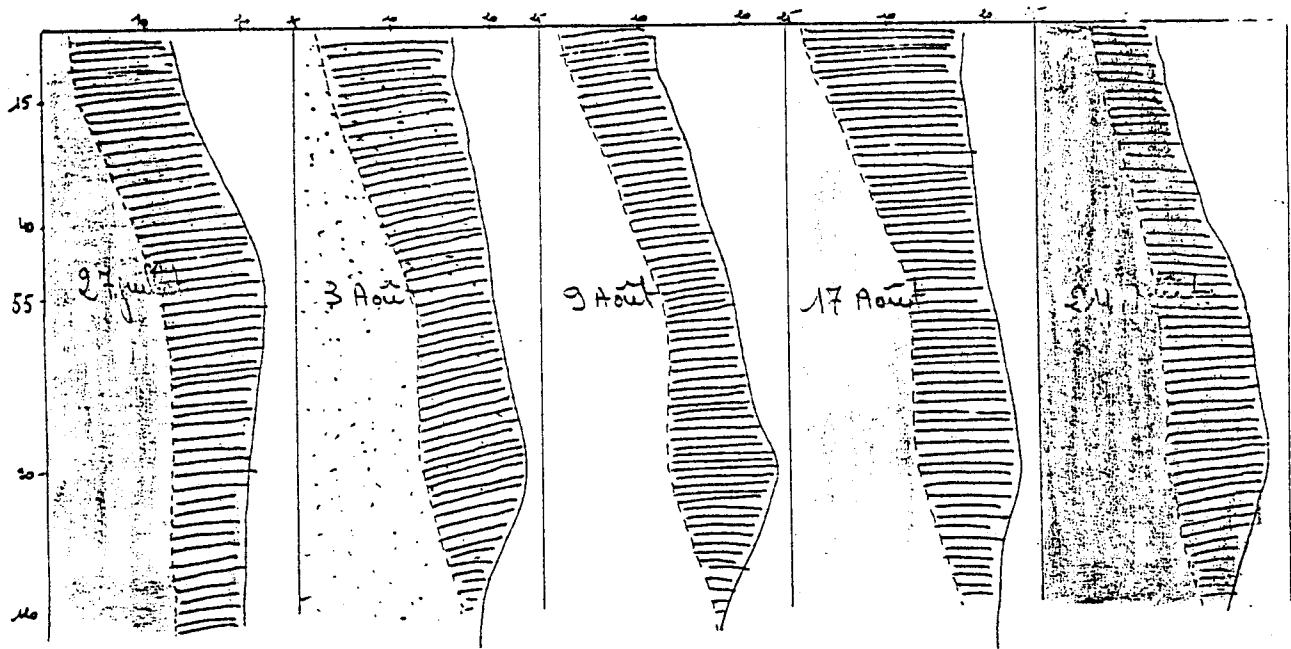
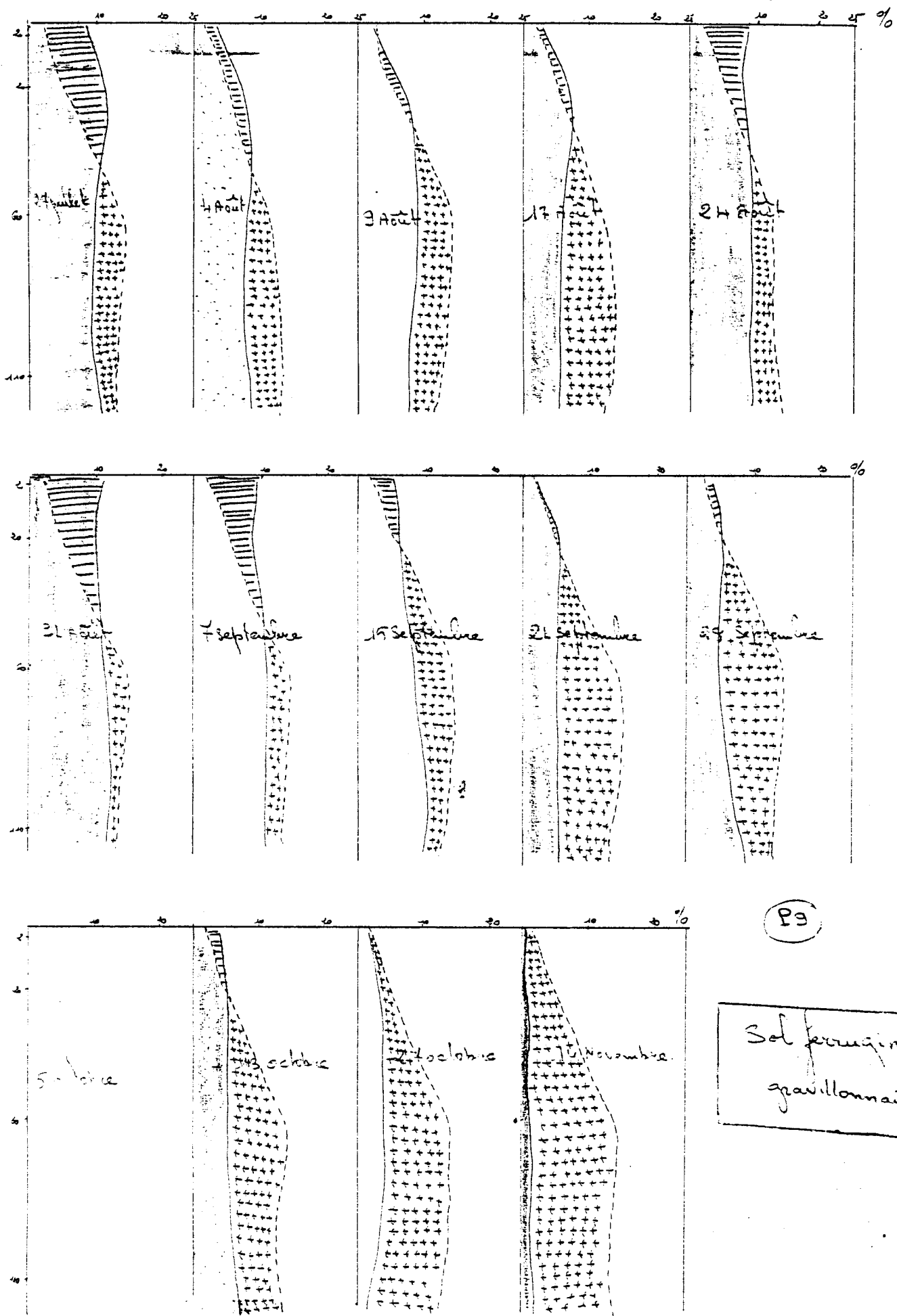


Fig. 22bis - Réserve hydrique des sols ferrugineux tropicaux

P<sub>4</sub>

Sol ferrugineux  
lessivé hydromorphe

Fig. 22ter. - Réserve hydrique des sols ferrugineux tropicaux.



altérés ou sur une argile vertique. C'est là l'origine du calcaire qui apparaît sporadiquement à la base de certains profils".

En considérant que l'on classe le matériau supérieur, nous l'assimilerons au même groupe que les deux autres mais au sous-groupe hydromorphe à pseudogley. Comme l'a noté KALOGA, "les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes sont localisés le long des axes alluviaux importants et sur les bas glacis contigus, ils occupent le dernier terme des toposéquences sur les interfluves juste avant les sols hydromorphes".

P9 : La texture est sableuse à gravelo-sableuse dans les 50 premiers cm, ensuite, elle devient argilo-graveleuse à argilo-sableuse dans le reste du profil. La structure est massive sur l'ensemble du profil. Ce sol a un comportement "aridé" dont témoigne la faible teneur en eau utile dans les horizons de surface ; les horizons de profondeur restent pratiquement secs toute l'année en raison de leur faible perméabilité.

La porosité sur motte donne des valeurs inférieures à tout autre sol (moins de 25 %). Non seulement ils s'humectent tard, mais, se dessèchent tôt ; sur le terrain cela est matérialisé par le dessèchement précoce de la strate herbacée alors que les stations hydromorphes portent toujours une végétation luxuriante.

P3 : Ce profil ferrugineux présente une nappe perchée en raison de sa topographie plane. Une remarque s'impose quant à l'horizon de profondeur qui paradoxalement est sec pendant toute la saison : ceci est essentiellement liée à la texture du profil à ce niveau qui est graveleuse et donc à une structure grenue, de ce fait ne renfermant pratiquement pas d'eau à la capacité au champ. Par contre, les PF 4,2 mesurées au laboratoire ont été faites sur des échantillons de 2 mm, donc dépourvus de gravillons, et par conséquent, le point de flétrissement mesuré au laboratoire est toujours supérieur à la capacité au champ effectuée sur le terrain.

Ce profil renferme une teneur en eau utile relativement importante et pendant une longue période (jusqu'au 13 octobre). Ce profil est assez poreux (plus de 38 %) en surface. Cette porosité diminue mais

toujours supérieure à 30 %. Le ventre en eau utile entre 25 et 40 cm est dû à la texture sablo-argileuse à argilo-sableuse à ce niveau.

P4 : C'est le profil qui présente les teneurs les plus élevées en eau tuile, pratiquement tout au long de l'année, aussi bien en surface qu'en profondeur. Cette teneur est proche de 20 % en surface pendant la période de haute pluviosité (21 août au 21 septembre). Cela se manifestait sur le terrain par la taille des herbes supérieure à celle de l'homme. La texture argilo-sableuse sur l'ensemble du profil, la structure polyédrique subanguleuse et la position particulière de ce profil (bas de pente dans un talweg), la nappe, sont les raisons de l'humectation permanente de ce profil.

#### e) Les sols peu évolués.

Il est représenté par le seul profil limoneux P6 : parce que les autres types sableux sont inaccessibles pendant la saison pluvieuse, et en plus ils sont pratiquement engorgés pendant toute la saison des pluies.

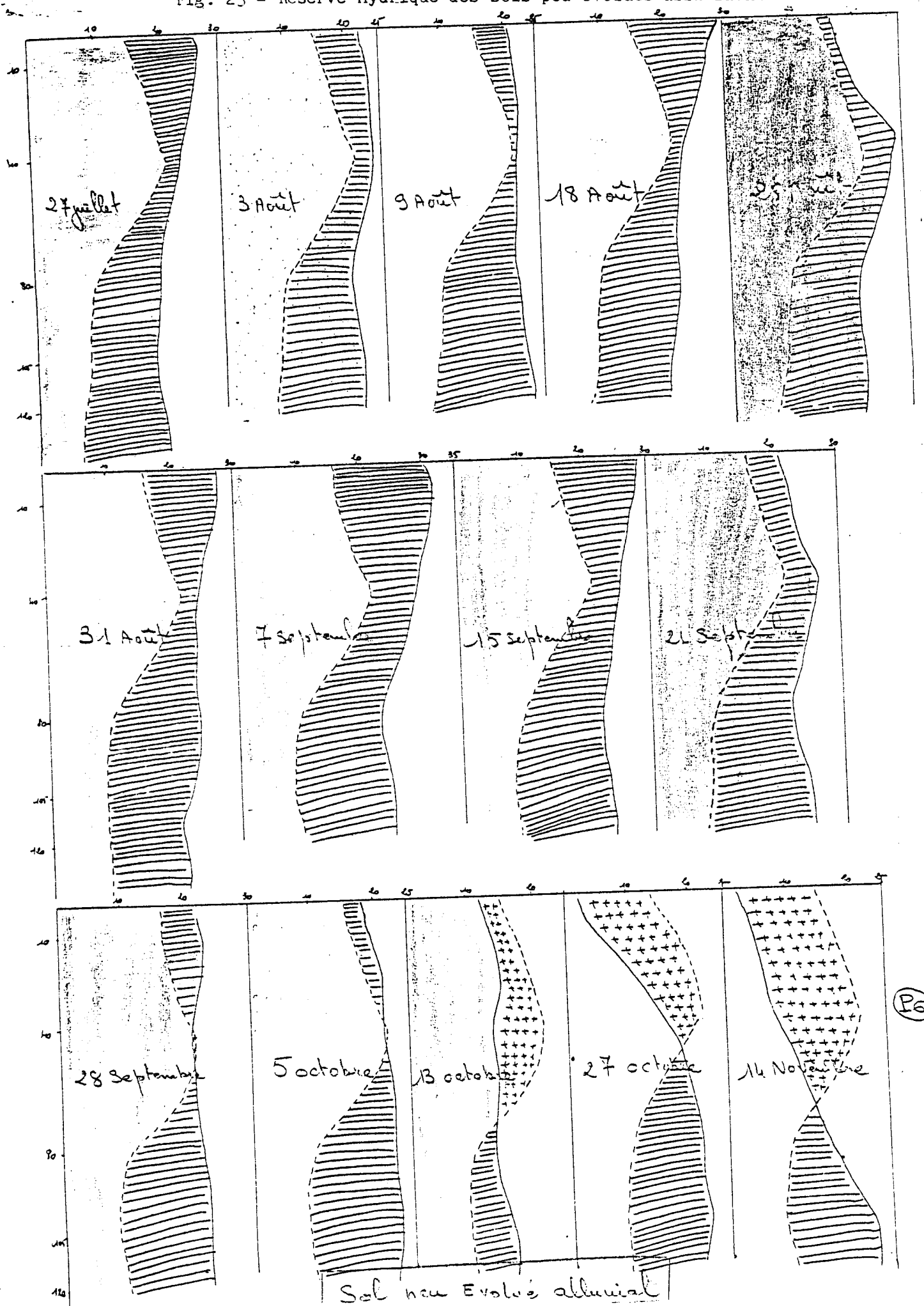
Ce profil est situé dans une plaine alluviale ; sa texture est limoneuse en surface, sur les 92 premiers cm, ensuite elle devient sablo-limoneuse.

Elle présente une nappe phréatique à 1,60 m et devient sableuse bouillante ; la structure est massive dans la surface (0-20) et devient cubique vers 40-45 cm. Le resserrement de la teneur en eau utile observé vers 40-50 cm est dû essentiellement à un changement dans la structure des agrégats ; en effet, à ce niveau, ils ont tendance à présenter une cohésion plus forte qu'en surface. Les teneurs en eau à chaque période présentent les mêmes caractéristiques que le profil hydromorphe P4. Le déficit en eau utile est atteint tard (5 octobre) ; les horizons de profondeur ne sont jamais secs (jusqu'au 14 novembre) en raison d'une nappe phréatique presque permanente dans ce sol.

C'est le plus poreux de tous les profils (voir graphique) cette porosité est toujours élevée en surface, voisine de 40 % et commence à décroître exactement au niveau correspondant au rétrécissement de la teneur en eau.



Fig. 23 - Réserve hydrique des sols peu évolués alluviaux.



En conclusion partielle, nous dirons que :

- le dessèchement des différents profils étudiés est plus ou moins marqué dans les horizons de surface, selon la texture et la structure du sol et leur teneur en matière organique ;
- les plus fortes réserves en eau utile correspondent aux mois d'août et de septembre ;
- les sols vertiques contiennent durant la période d'étude le moins d'eau utile ; le déficit en eau est très accentué au début de la saison sèche (14 novembre) ;
- les sols alluviaux et les sols ferrugineux hydromorphes sont les seuls qui s'humectent relativement bien toute la période pluvieuse (fig. 22 bis et 23) ;
- les sols halomorphes s'humectent difficilement en B dans les horizons sodiques ;
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés gravillonnaires présentent par rapport aux autres profils la plus faible teneur en eau utile tout au long de l'année. Le graphique de porosité (fig. ) confirme l'hypothèse selon laquelle plus le sol est poreux plus l'humidité est élevée.

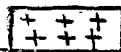
D'après l'ensemble des profils hydriques, trois niveaux peuvent être distingués : a, b, c, fig (24). En reportant les PF 4,2 sur ces profils et en suivant l'évolution des réserves hydriques en fonction du temps et à chaque niveau, on remarque à l'exception des sols à nappe que les réserves en eau sont plus importantes en surface que dans les horizons de profondeur, que le dessèchement commence plutôt en surface qu'en profondeur, que l'aridité est constante dans les niveaux b ou c des sols halomorphes, que pour chaque type de sol et à chaque niveau il existe une période où les réserves en eau atteignent leur maximum (période se situant entre le 17 août et le 21 septembre).

Fig. 24 - Courbe des humidités en fonction de la profondeur  
à trois niveaux de chaque profil :

- a : niveau supérieur.
- b : niveau intermédiaire.
- c : niveau de profondeur.
- P5 : Sol halomorphe sableux.
- P2 : Sol halomorphe argileux.
- P8 : Sol brun vertique.
- P1 : Sol brun vertique.
- P6 : Sol peu évolué alluvial.
- P4 : Sol ferrugineux lessivé hydromorphe.
- P3 : Sol ferrugineux gravillonnaire hydromorphe.
- P9 : Sol ferrugineux gravillonnaire.



Réserve en eau utile.



Déficit en eau utile.

Fig. 24

Courbe des <sup>62</sup> humidités en fonction de la profondeur à trois niveaux du profil

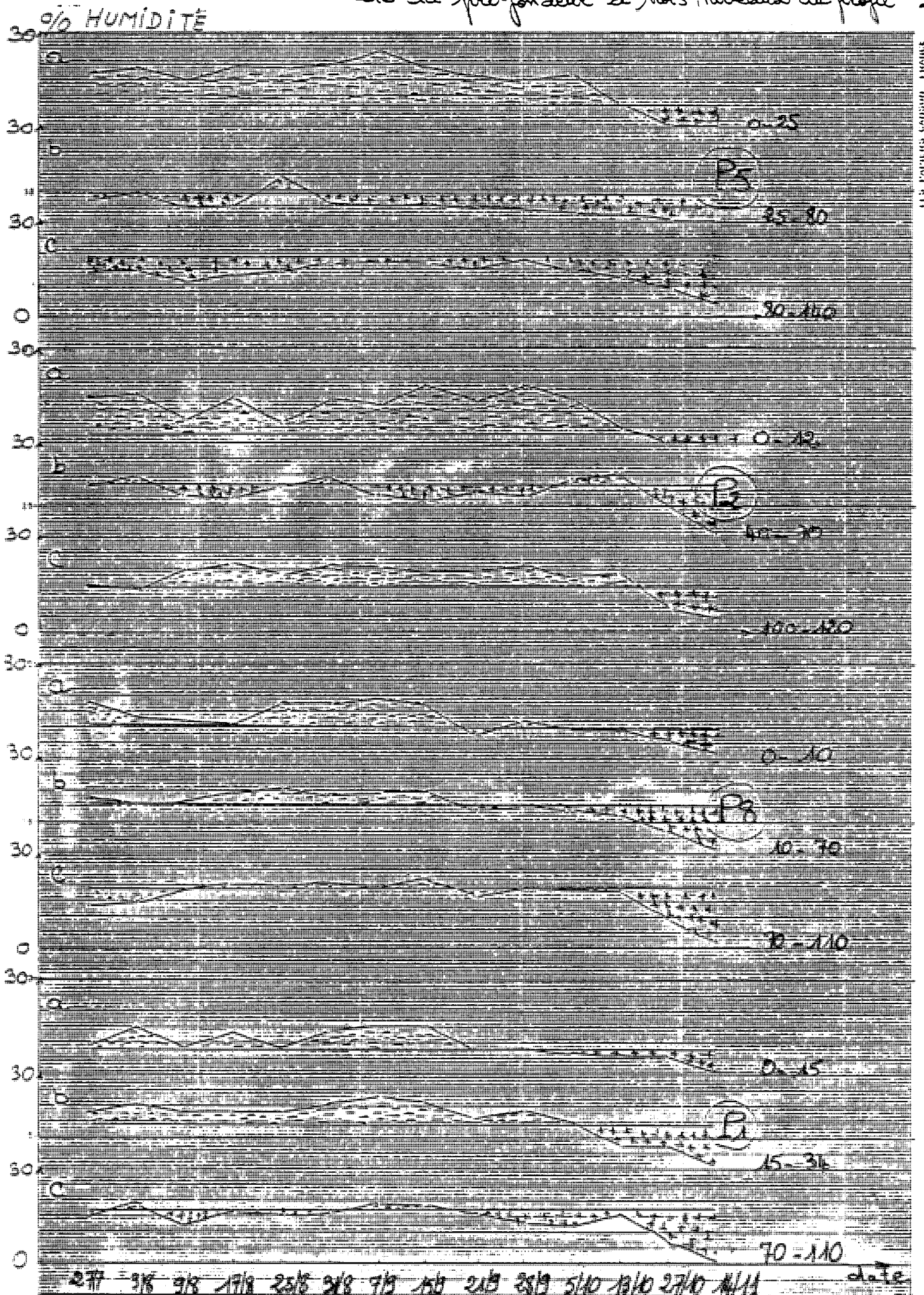
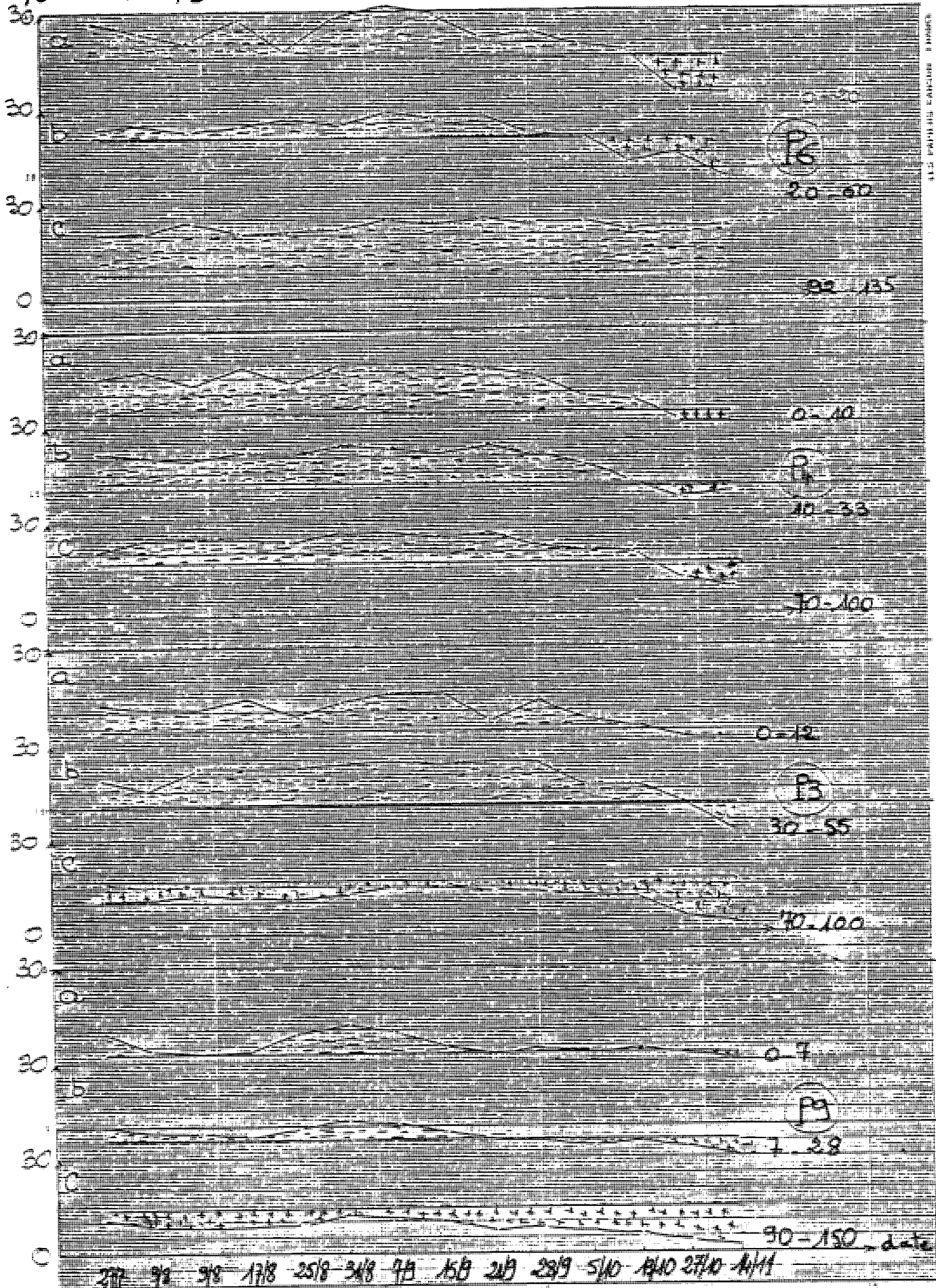


Fig. 24 bis. <sup>63</sup> Courbe des humidités en fonction de la profondeur à trois niveaux du profil

% HUMIDITE





## 6.- Constatations - Conclusions.

L'examen des données physiques sur les différentes classes étudiées indique que :

- les sols ferrugineux hydromorphes et les sols peu évolués alluviaux sont les seuls qui contiennent une réserve en eau suffisamment importante pendant une longue période ; leur texture, structure et porosité leurs confèrent cette qualité ; leurs IS sont peu élevés, du moins en surface, ils ont donc une bonne stabilité structurale.
- les sols vertiques sont faiblement perméables : s'ils présentent une réserve en eau utile théorique (PF 2,5 - PF 4,2) élevée, la capacité au champ mesurée sur le terrain n'atteint jamais, du moins à partir de B, celle théorique ; ce qui fait que le point de flétrissement est vite dépassé. Ce sont des sols qui gonflent bien mais qui cèdent difficilement leur eau à la plante d'où l'explication de la faiblesse des réserves en eau utile.

Les sols halomorphes apparaissent comme des sols totalement imperméables et dont l'humidification qui permettrait le gonflement est difficile et imparfaite atténuant ainsi les phénomènes de remaniement interne, les petites cuvettes qui se forment parfois à leur surface sont affectés par une hydromorphie très intense et très superficielle, qui témoigne de l'imperméabilité des matériaux constitutifs.

### C - Données chimiques et physico-chimiques.

Ces données sont consignées dans les tableaux 5, 6, 7 et 8.

LE pH (eau et KCl) sur suspension est déterminé par la méthode électrométrique (pHmètre "électrode de verre"). La capacité totale d'échange (T) est déterminée par la méthode adaptée à l'auto-analyseur (DABIN, 1967). Les bases échangeables par la méthode "Bondy" (PELLOUX et al., 1971).

En ce qui concerne les horizons de surface, les pH sont neutres pour les vertisols et pour les sols halomorphes (6,8 à 7,3) ; quant aux

sols ferrugineux, les pH sont acides pour les plus typiques (6,5) (P9<sub>1</sub> et G34<sub>1</sub>), Tableau 3. Pour les sols alluviaux, les pH sont acides dans le cas des sols sableux et des sols limoneux sous culture et faiblement alcalins pour le sol non cultivé (G5<sub>1</sub>, tableau 4).

### 1.- Les vertisols.

Pour l'ensemble des vertisols, le pH augmente avec la profondeur ; proches de la neutralité en surface, ils deviennent faiblement alcalins en profondeur, ne dépassant pas 8,6. Le pH KCl marque une différence d'une unité et demie environ et augmente avec la profondeur en gardant un écart pratiquement constant dans chaque profil.

Le complexe absorbant est dominé par l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  qui augmente également avec la profondeur ; ensuite, viennent les ions  $\text{Mg}^{2+}$  qui augmentent dans le même sens que le calcium.

En G1, (tableau 1), le  $\text{Mg}^{2+}$  et le  $\text{Na}^+$  occupent les mêmes proportions dans le profil et le rapport  $\text{Na}^+/\text{T}$  est proche de 15 % pour les horizons concernés, ce qui conférerait à ce profil le caractère d'halomorphie, non appréhendé sur le terrain. Le  $\text{K}^+$  et le  $\text{Na}^+$  occupent généralement les valeurs les plus faibles. La somme des bases (S) augmente avec la profondeur pour diminuer ensuite au niveau de l'altérite ; quant à la capacité d'échange (T), elle évolue dans le même sens que S ; en conséquence, il en est de même pour le taux de saturation qui dépasse souvent 100 % en profondeur.

### 2.- Les sols halomorphes.

Dans les sols halomorphes, les pH faiblement alcalin en surface deviennent alcalins en profondeur, des valeurs supérieures à 9 sont enregistrées dans tous les profils décrits ; comme dans les vertisols, c'est l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  qui prédomine et augmente en fonction de la profondeur, à l'exception du P5 (sol halomorphe sableux) dont le  $\text{Ca}^{2+}$  reste constant.

Tab. 5 - Vertisols.

| Echantillons     | pH  |     | Ca <sup>++</sup><br>méq/100 g | Mg <sup>++</sup><br>méq/100 g | K <sup>+</sup><br>méq/100 g | Na <sup>+</sup><br>méq/100 g | S<br>méq/100 g | T<br>méq/100g | S/T<br>% |
|------------------|-----|-----|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|---------------|----------|
|                  | Eau | Kcl |                               |                               |                             |                              |                |               |          |
| G1 <sub>1</sub>  | 6.9 | 6.1 | 2.40                          | 0.60                          | 0.50                        | 0.25                         | 3.30           | 4             | 82.5     |
| G1 <sub>2</sub>  | 7.0 | 5.6 | 9.00                          | 1.50                          | 0.21                        | 2.44                         | 13.15          | 15            | 87.66    |
| G1 <sub>3</sub>  | 7.5 | 6.2 | 9.75                          | 2.25                          | 0.22                        | 2.56                         | 14.78          | 15            | 98.53    |
| G1 <sub>4</sub>  | 8.2 | 6.9 | 13.50                         | 3.00                          | 0.29                        | 2.90                         | 19.69          | 20            | 98.45    |
| G12 <sub>1</sub> | 7.2 | 5.6 | 1.80                          | 1.20                          | 0.05                        | 0.06                         | 3.11           | 3             | SAT.     |
| G12 <sub>2</sub> | 7.9 | 6.1 | 7.95                          | 4.05                          | 0.34                        | 0.96                         | 13.30          | 13            | SAT.     |
| G12 <sub>3</sub> | 8.3 | 6.7 | 8.25                          | 5.25                          | 0.42                        | 1.25                         | 15.17          | 14            | SAT.     |
| G12 <sub>4</sub> | 8.5 | 7.2 | 9.00                          | 3.75                          | 0.29                        | 0.94                         | 13.98          | 14            | SAT.     |
| G30 <sub>1</sub> | 7.1 | 5.6 | 5.25                          | 2.25                          | 0.15                        | 0.08                         | 7.73           | 10            | 77.3     |
| G30 <sub>2</sub> | 7.2 | 5.6 | 10.50                         | 2.25                          | 0.23                        | 0.18                         | 13.16          | 15            | 87.73    |
| G30 <sub>3</sub> | 8.1 | 6.6 | 16.50                         | 4.50                          | 0.34                        | 0.24                         | 21.58          | 20            | SAT.     |
| G30 <sub>4</sub> | 8.1 | 6.5 | 18.00                         | 3.75                          | 0.20                        | 0.25                         | 22.20          | 21            | SAT.     |
| G11 <sub>1</sub> | 6.8 | 5.2 | 5.25                          | 1.80                          | 0.14                        | 0.07                         | 7.26           | 9             | 80.66    |
| G11 <sub>2</sub> | 7.3 | 5.3 | 13.50                         | 4.95                          | 0.38                        | 0.36                         | 19.19          | 22            | 87.22    |
| G11 <sub>3</sub> | 7.8 | 5.6 | 3.75                          | 1.50                          | 0.05                        | 0.13                         | 5.43           | 6             | 90.5     |
| G15 <sub>1</sub> | 6.8 | 5.1 | 9.00                          | 2.25                          | 0.16                        | 0.24                         | 11.65          | 16            | 72.8     |
| G15 <sub>2</sub> | 7.2 | 5.6 | 13.50                         | 3.00                          | 0.38                        | 0.40                         | 17.28          | 19            | 90.94    |
| G15 <sub>3</sub> | 8.1 | 6.4 | 16.50                         | 4.50                          | 0.33                        | 0.53                         | 21.86          | 22            | SAT.     |
| G15 <sub>4</sub> | 7.8 | 5.9 | 7.50                          | 1.50                          | 0.09                        | 0.27                         | 9.36           | 9             | SAT.     |
| G17 <sub>1</sub> | 7.2 | 5.4 | 7.50                          | 2.25                          | 0.13                        | 0.70                         | 10.58          | 18.8          | 56.27    |
| G17 <sub>2</sub> | 7.6 | 5.9 | 12.75                         | 3.75                          | 0.33                        | 0.40                         | 17.23          | 19            | 90.68    |
| G17 <sub>3</sub> | 8.2 | 6.5 | 19.50                         | 3.75                          | 0.32                        | 0.68                         | 24.25          | 23            | SAT.     |
| G17 <sub>4</sub> | 8.3 | 6.5 | 18.00                         | 4.50                          | 0.27                        | 0.72                         | 23.49          | 24            | SAT.     |



Tab. 6 - Sols halomorphes

| Echantillons     | pH  |     | Ca <sup>++</sup><br>méq/100 g | Mg <sup>++</sup><br>méq/100 g | K <sup>+</sup><br>méq/100 g | Na <sup>+</sup><br>méq/100 g | S<br>méq/100 g | T<br>méq/100g | S/T<br>% |
|------------------|-----|-----|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|---------------|----------|
|                  | Eau | Kcl |                               |                               |                             |                              |                |               |          |
| G2 <sub>1</sub>  | 8.1 | 6.7 | 7.50                          | 7.50                          | 0.83                        | 1.93                         | 17.76          | 7             | SAT.     |
| G2 <sub>2</sub>  | 9.0 | 7.4 | 11.50                         | 8.50                          | 0.23                        | 6.99                         | 27.22          | 22            | SAT.     |
| G2 <sub>3</sub>  | 8.8 | 7.4 | 12.50                         | 6.50                          | 0.17                        | 9.99                         | 29.16          | 24            | SAT.     |
| G2 <sub>4</sub>  | 8.6 | 6.8 | 15.00                         | 7.50                          | 0.22                        | 7.25                         | 29.97          | 27.8          | SAT.     |
| P5 <sub>1</sub>  | 7.3 | 5.1 | 5.00                          | 1.50                          | 0.05                        | 1.57                         | 8.12           | 8             | SAT.     |
| P5 <sub>2</sub>  | 7.4 | 5.6 | 5.00                          | 1.00                          | 0.07                        | 2.09                         | 8.16           | 6             | SAT.     |
| P5 <sub>3</sub>  | 9.1 | 7.2 | 5.00                          | 2.50                          | 0.07                        | 3.36                         | 10.93          | 5             | SAT.     |
| P5 <sub>4</sub>  | 9.5 | 7.1 | 5.00                          | 2.50                          | 0.30                        | 6.06                         | 13.86          | 9             | SAT.     |
| G29 <sub>1</sub> | 6.8 | 5.5 | 2.25                          | 0.75                          | 0.07                        | 0.12                         | 3.19           | 24            | 13.29    |
| G29 <sub>2</sub> | 8.6 | 7.1 | 14.25                         | 3.75                          | 0.24                        | 3.72                         | 21.96          | 21            | SAT.     |
| G29 <sub>3</sub> | 9.1 | 7.5 | 23.25                         | 4.50                          | 0.29                        | 4.32                         | 32.36          | 29            | SAT.     |
| G29 <sub>4</sub> | 9.1 | 7.4 | 15.75                         | 4.50                          | 0.22                        | 5.22                         | 25.69          | 24            | SAT.     |
| G29 <sub>5</sub> | 9.1 | 7.5 | 15.00                         | 5.25                          | 0.17                        | 6.06                         | 26.48          | 23            | SAT.     |

Tab. 6bis - Caractéristiques des sols halomorphes.

| Echantillons     | Na <sup>+</sup><br>méq/100g | S<br>méq/100 g | T<br>méq/100g | Na/S.<br>% | Na/T.<br>% |
|------------------|-----------------------------|----------------|---------------|------------|------------|
| G2 <sub>1</sub>  | 1.93                        | 17.76          | 7             | 10.86      | 27.57      |
| G2 <sub>2</sub>  | 6.99                        | 27.22          | 22            | 25.68      | 31.77      |
| G2 <sub>3</sub>  | 9.99                        | 29.16          | 24            | 34.25      | 41.26      |
| G2 <sub>4</sub>  | 7.25                        | 29.97          | 27.8          | 24.19      | 26.08      |
| P5 <sub>1</sub>  | 1.57                        | 8.12           | 8             | 19.33      | 19.62      |
| P5 <sub>2</sub>  | 2.09                        | 8.16           | 6             | 25.61      | 34.83      |
| P5 <sub>3</sub>  | 3.36                        | 10.93          | 5             | 30.74      | 67.23      |
| P5 <sub>4</sub>  | 6.06                        | 13.86          | 9             | 43.72      | 67.33      |
| G29 <sub>1</sub> | 0.12                        | 3.19           | 24            | 3.76       | 0.5        |
| G29 <sub>2</sub> | 3.72                        | 21.96          | 21            | 16.94      | 17.70      |
| G29 <sub>3</sub> | 4.32                        | 32.36          | 29            | 13.35      | 14.89      |
| G29 <sub>4</sub> | 5.22                        | 25.69          | 24            | 20.32      | 21.75      |
| G29 <sub>5</sub> | 6.06                        | 26.48          | 23            | 22.88      | 26.35      |

(5 méq/100 g de sol), dans les horizons sodiques, le magnésium est souvent moins représenté que le sodium.

La saturation est atteinte dans tous les horizons exception faite du G29<sub>1</sub> qui est désaturé (13,29 %), très pauvre en bases échangeables (3,19 méq/100 g de sols). Le rapport Na/T est très souvent supérieur à 15 % et peut même aller jusqu'à 67 % (P5<sub>3</sub> et P5<sub>4</sub>) (tableau 7).

### 3.- Les sols ferrugineux tropicaux.

Les sols ferrugineux présentent une prédominance de calcium dans leur complexe absorbant, mais en valeur absolue, les teneurs restent peu élevées par rapport aux autres classes de sol. Les teneurs en magnésium sont importantes en profondeur dans le G26, le G21, le G34 (tableau 7). Le potassium et le sodium accusent les teneurs les plus faibles 0,1 méq/100 g de sol dans la plupart des échantillons ; la somme des bases échangeables n'est supérieure à la capacité d'échange que dans certains horizons de surface (P9<sub>1</sub>, G34<sub>1</sub>) et dans certains matériaux argilo-calcaires de profondeur (G26<sub>4</sub>, G21<sub>4</sub>, G34<sub>5</sub>) entraînant ainsi une saturation dans ces horizons ; ces teneurs sont exceptionnelles en S F T L ; le reste des profils est pratiquement désaturé, conséquence d'un milieu pauvre en bases parce que souvent lessivé par les eaux pluviales.

### 4.- Les sols alluviaux.

Les sols alluviaux sableux (tableau 8) ont des pH qui tendent vers la neutralité en profondeur ; les teneurs en calcium sont très limitées, les extrêmes étant de 2,25 à 5,25 méq/100 g de sol ; les bases échangeables sont également peu élevées (3,10 méq à 7,26 méq/100 g de sol) ; la capacité d'échange ne dépasse jamais 8 méq/100 g de sol ; ceci est expliqué par leur pauvreté en éléments fins (A + L) et en matière organique.

Tab. 7 - Sols ferrugineux

| Echantillons     | pH  |     | Ca <sup>++</sup><br>méq/100g | Mg <sup>++</sup><br>méq/100g | K <sup>+</sup><br>méq/100g | Na <sup>+</sup><br>méq/100 g | S<br>méq/100 g | T<br>méq/100g | S/T<br>% |
|------------------|-----|-----|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------|---------------|----------|
|                  | Eau | Kcl |                              |                              |                            |                              |                |               |          |
| P9 <sub>1</sub>  | 6.5 | 5.7 | 1.80                         | 0.45                         | 0.10                       | 0.02                         | 2.37           | 2             | SAT.     |
| P9 <sub>2</sub>  | 6.4 | 5.2 | 2.25                         | 0.75                         | 0.07                       | 0.02                         | 3.09           | 4             | 34.33    |
| P9 <sub>3</sub>  | 6.5 | 5.7 | 3.75                         | 1.50                         | 0.10                       | 0.05                         | 5.40           | 7             | 77.14    |
| P9 <sub>4</sub>  | 6.6 | 5.8 | 3.45                         | 1.05                         | 0.10                       | 0.04                         | 4.64           | 6             | 77.33    |
| G13 <sub>1</sub> | 7.3 | 5.4 | 3.0                          | 1.50                         | 0.06                       | 0.03                         | 4.59           | 6             | 76.5     |
| G13 <sub>2</sub> | 7.1 | 5.3 | 6.00                         | 2.25                         | 0.13                       | 0.11                         | 8.49           | 11            | 77.18    |
| G13 <sub>3</sub> | 7.5 | 5.5 | 4.50                         | 1.50                         | 0.09                       | 0.09                         | 6.18           | 16            | 38.62    |
| G26 <sub>1</sub> | 6.7 | 5.2 | 3.00                         | 1.50                         | 0.15                       | 0.09                         | 4.74           | 7             | 67.71    |
| G26 <sub>2</sub> | 7.2 | 5.6 | 6.00                         | 1.50                         | 0.19                       | 0.42                         | 8.41           | 10            | 81.1     |
| G26 <sub>3</sub> | 8.1 | 6.6 | 12.75                        | 3.75                         | 0.29                       | 0.72                         | 17.51          | 17            | SAT.     |
| G26 <sub>4</sub> | 8.5 | 6.6 | 24.00                        | 6.75                         | 0.47                       | 1.18                         | 32.40          | 29            | SAT.     |
| G21 <sub>1</sub> | 6.7 | 5.2 | 5.25                         | 1.50                         | 0.11                       | 0.05                         | 6.91           | 9             | 76.77    |
| G21 <sub>2</sub> | 7.2 | 5.6 | 11.25                        | 1.50                         | 0.19                       | 0.23                         | 13.17          | 17            | 77.47    |
| G21 <sub>3</sub> | 6.5 | 5.8 | 13.50                        | 3.30                         | 0.23                       | 0.67                         | 17.70          | 20            | 88.5     |
| G21 <sub>4</sub> | 8.5 | 5.7 | 24.00                        | 2.70                         | 0.20                       | 0.66                         | 27.56          | 18            | SAT.     |
| G34 <sub>1</sub> | 6.5 | 5.0 | 2.25                         | 0.75                         | 0.04                       | 0.02                         | 3.06           | 3             | SAT.     |
| G34 <sub>2</sub> | 6.5 | 5.3 | 5.25                         | 1.50                         | 0.07                       | 0.07                         | 6.89           | 10            | 68.9     |
| G34 <sub>3</sub> | 6.7 | 5.5 | 5.55                         | 2.70                         | 0.08                       | 0.08                         | 8.41           | 11            | 76.45    |
| G34 <sub>4</sub> | 7.3 | 5.7 | 11.25                        | 3.75                         | 0.17                       | 0.15                         | 15.32          | 17            | 90.11    |
| G34 <sub>5</sub> | 8.4 | 7.1 | 32.25                        | 8.25                         | 0.35                       | 0.32                         | 41.77          | 36            | SAT.     |

Tab. 8 - Sols alluviaux.

| Echantillons    | pH  |     | Ca <sup>++</sup><br>méq/100 g | Mg <sup>++</sup><br>méq/100g | K <sup>+</sup><br>méq/100g | Na <sup>+</sup><br>méq/100g | S<br>méq/100 g | T<br>méq/100g | S/T<br>% |
|-----------------|-----|-----|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------|---------------|----------|
|                 | Eau | Kcl |                               |                              |                            |                             |                |               |          |
| G5 <sub>1</sub> | 7.8 | 5.6 | 11.25                         | 3.75                         | 0.20                       | 0.13                        | 15.33          | 22            | 69.68    |
| G5 <sub>2</sub> | 6.4 | 5.1 | 8.25                          | 3.00                         | 0.17                       | 0.11                        | 11.53          | 15            | 76.86    |
| G5 <sub>3</sub> | 7.1 | 5.5 | 3.00                          | 0.90                         | 0.30                       | 0.25                        | 4.45           | 25            | 17.80    |
| P6 <sub>1</sub> | 5.6 | 4.9 | 7.50                          | 4.50                         | 0.19                       | 0.57                        | 12.76          | 8             | SAT.     |
| P6 <sub>2</sub> | 7.1 | 5.4 | 12.75                         | 2.25                         | 0.20                       | 1.76                        | 19.21          | 23            | 83.50    |
| P6 <sub>3</sub> | 8.2 | 6.7 | 5.25                          | 2.25                         | 0.09                       | 1.26                        | 8.82           | 8             | SAT.     |
| P6 <sub>4</sub> | 8.1 | 6.6 | 5.25                          | 1.50                         | 0.07                       | 0.41                        | 7.98           | 8             | 99.75    |
| P6 <sub>5</sub> | 8.1 | 6.6 | 4.20                          | .150                         | 0.07                       | 0.21                        | 5.98           | 5             | SAT.     |
| G6 <sub>1</sub> | 6.6 | 5.3 | 3.75                          | 1.50                         | 0.07                       | 0.03                        | 5.35           | 6             | 89.16    |
| G6 <sub>2</sub> | 6.9 | 5.3 | 3.75                          | 1.10                         | 0.05                       | 0.06                        | 4.91           | 6             | 81.83    |
| G6 <sub>3</sub> | 7.6 | 5.6 | 2.25                          | 0.75                         | 0.04                       | 0.06                        | 3.10           | 3             | SAT.     |
| G8 <sub>1</sub> | 5.5 | 4.9 | 2.55                          | 0.45                         | 0.07                       | 0.11                        | 3.18           | 5             | 63.5     |
| G8 <sub>2</sub> | 7.3 | 5.4 | 2.40                          | 0.90                         | 0.07                       | 0.99                        | 4.36           | 4.8           | 90.83    |
| G8 <sub>3</sub> | 6.9 | 5.1 | 2.70                          | 1.05                         | 0.04                       | 0.07                        | 3.86           | 4             | 96.5     |
| G8 <sub>4</sub> | 7.0 | 5.1 | 5.25                          | 2.25                         | 0.07                       | 0.14                        | 7.26           | 8             | 90.75    |

Le P6 qui est sous culture de mil *Sorghum vulgare*, présente un pH acide en surface (5,6) et un taux de saturation 100 %, alors que le G5 qui n'est pas cultivé a un pH proche de l'alcalinité et un taux de saturation de 69,68 % ; dans ce profil le taux de saturation diminue en profondeur (17,80 %) (tableau 4).

Le P6 présente des caractères de salure dans son horizon 3 où le rapport  $\text{Na}^+/\text{T}$  est de 15,75 %.

#### 5.- Le calcaire total.

La détermination du  $\text{CaCO}_3$  par acidimétrie a donné les résultats ci-après (tableau 5).

La classe des sols peu évolués n'en contient pas, les autres (halomorphes et vertisols) en contiennent davantage, surtout dans leurs horizons vertiques. Deux profils de sols ferrugineux polyphasés en renferment dans leurs horizons de profondeur ; sur le terrain, le calcaire dans les vertisols et les sols halomorphes se présentent souvent sous forme de nodules de dimension centimétrique et très durs. L'effervescence est souvent vive dans la masse.

#### 6.- Conclusions sur la physico-chimie des sols.

De toutes les classes, les sols halomorphes sont les plus saturés avec des taux pouvant aller de 103 à 218 % ; il en est de même pour certains horizons des vertisols. Ceci s'explique par la présence du calcium dans ces horizons en proportion élevée. En effet, selon J. CHAUSSIDON (1979), "il est de règle dans les sols calcaires (et bien entendu les sols salés) de trouver  $\text{S} > \text{T}$ . Ceci provient du fait que l'anion acétate forme avec le calcium un complexe dont la constante de stabilité est telle qu'en milieu acétate 1 M à pH 7, le carbonate de calcium est dissous d'une façon appréciable. L'obtention de  $\text{S} > \text{T}$  s'interprète donc sans aucune ambiguïté".

Tab. 9 -  $\text{Co}_3\text{Ca}$  total.

| Echantillons      | $\text{Co}_3\text{Ca}$ % | $\text{Co}_2\%$ | még. $\text{CaO}$ | Classe de sols  |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| G1 <sub>4</sub>   | 1.1                      | 0.5             | 22                | Vertisol        |
| G12 <sub>3</sub>  | 1.2                      | 0.5             | 24                | "               |
| G12 <sub>4</sub>  | 1.8                      | 0.8             | 36                | "               |
| G30 <sub>3</sub>  | 1.5                      | 0.6             | 30                | "               |
| G11 <sub>1</sub>  | 1.2                      | 0.5             | 24                | "               |
| G11 <sub>2</sub>  | 1.8                      | 0.8             | 36                | "               |
| G11 <sub>3</sub>  | 3                        | 1.5             | 60                | "               |
| G15 <sub>3</sub>  | 1.8                      | 0.8             | 36                | "               |
| G.17 <sub>3</sub> | 1.7                      | 0.7             | 34                | "               |
| G2 <sub>2</sub>   | 2.4                      | 1.0             | 48                | Sol halomorphe  |
| G2 <sub>3</sub>   | 1.3                      | 0.6             | 26                | "               |
| G29 <sub>1</sub>  | 0.3                      | 0.1             | 6                 | "               |
| G29 <sub>2</sub>  | 0.3                      | 0.1             | 6                 | "               |
| G29 <sub>3</sub>  | 3.8                      | 1.7             | 76                | "               |
| G29 <sub>4</sub>  | 2.1                      | 0.9             | 42                | "               |
| G29 <sub>5</sub>  | 2.0                      | 0.9             | 40                | "               |
| G21 <sub>4</sub>  | 0.3                      | 0.1             | 6                 | Sol ferrugineux |
| G34 <sub>4</sub>  | 1.5                      | 0.7             | 30                | "               |
| G34 <sub>5</sub>  | 5.7                      | 2.5             | 114               | "               |

Pour toutes les classes, exception faite des sols halomorphes où la teneur en sodium est supérieure à celle en magnésium, l'ordre de répartition des cations est le suivant : Ca Mg Na K, Na et K pouvant s'intervertir dans les sols ferrugineux et dans les sols alluviaux. Ca et Mg occupent près de 80 à 90 % de S.

La saturation de certains horizons de surface non calcaires est essentiellement due aux cycle biogéochimique ou aux résidus de récolte pour les sols sous culture. La forte capacité d'échange est observée dans les sols à argile vertique, tandis que dans les sols sableux ou à argile non vertique (ferrugineux) la capacité d'échange n'excède jamais 8 méq/100 g de sol, les pH sont dans l'ensemble faiblement acides à neutres pour les horizons de surface, ce qui constitue un milieu favorable pour la plupart des cultures. Des sols comme le G2 présentant en surface des pH proches de l'alcalinité (8,1) poseraient des problèmes d'utilisation agricole.

La capacité d'échange dans chaque profil est en relation directe avec la teneur en matière organique et dans une grande mesure avec le type d'argile (1/1 ou 2/1).

#### D - Données sur la matière organique.

##### 1.- Le carbone organique total, l'azote total , le C/N.

En raison de la présence du carbonate de calcium dans certains échantillons, l'ensemble a été analysé par la méthode Anne modifiée (oxydation à chaud par une solution sulfo-chromique ajoutée en excès et dosage colorimétrique à l'auto-analyseur Technicon).

L'azote total est dosé par la méthode Kjeldahl adaptée au Technicon (DABIN, 1965).

Les données sur la matière organique totale le carbone total et l'azote total ainsi que le C/N sont consignées dans le tableau (10).



Tab. 10 - Données sur le carbone total, l'azote total et le C/N.

| Echantillons     | C ‰  | N ‰   | M.O. % | C/N  |                                                                                   | Echantillons     | C ‰  | N ‰   | M.O. % | C/N  |                                                                                   |
|------------------|------|-------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|-------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| G1 <sub>1</sub>  | 2.53 | 0.280 | 0.4    | 9    | ↑<br>V<br>E<br>R<br>T<br>I<br>S<br>O<br>L<br>S<br>↓                               | P9 <sub>4</sub>  | 1.18 | 0.173 | 0.2    | 6.8  | ↑<br>S<br>O<br>L<br>S<br>F<br>E<br>R<br>R<br>U<br>G<br>I<br>N<br>E<br>U<br>X<br>↓ |
| G1 <sub>2</sub>  | 2.99 | 0.266 | 0.5    | 11.2 |                                                                                   | G13 <sub>1</sub> | 2.93 | 0.334 | 0.5    | 8.8  |                                                                                   |
| G1 <sub>3</sub>  | 1.73 | 0.263 | 0.3    | 6.6  |                                                                                   | G13 <sub>2</sub> | 2.30 | 0.325 | 0.4    | 7.1  |                                                                                   |
| G1 <sub>4</sub>  | 0.92 | 0.113 | 0.2    | 8.1  |                                                                                   | G13 <sub>3</sub> | 0.58 | 0.102 | 0.1    | 5.7  |                                                                                   |
| G12 <sub>1</sub> | 1.73 | 0.169 | 0.3    | 10.2 |                                                                                   | G26 <sub>1</sub> | 7.30 | 0.28  | 1.3    | 26.1 |                                                                                   |
| G12 <sub>2</sub> | 1.27 | 0.165 | 0.2    | 7.7  |                                                                                   | G26 <sub>2</sub> | 3.05 | 0.306 | 0.5    | 10   |                                                                                   |
| G12 <sub>3</sub> | 0.92 | 0.247 | 0.2    | 3.7  |                                                                                   | G26 <sub>3</sub> | 0.75 | 0.73  | 0.1    | 10.3 |                                                                                   |
| G12 <sub>4</sub> | 0.63 | 0.080 | 0.1    | 7.9  |                                                                                   | G26 <sub>4</sub> | 0.29 | 0.040 | -      | 7.3  |                                                                                   |
| G30 <sub>1</sub> | 3.97 | 0.313 | 0.7    | 12.7 |                                                                                   | G21 <sub>1</sub> | 4.26 | 0.353 | 0.7    | 12.1 |                                                                                   |
| G30 <sub>2</sub> | 1.32 | 0.187 | 0.2    | 7.1  |                                                                                   | G21 <sub>2</sub> | 3.91 | 0.453 | 0.7    | 8.6  |                                                                                   |
| G30 <sub>3</sub> | 0.89 | 0.156 | 0.2    | 5.7  |                                                                                   | G21 <sub>3</sub> | 1.38 | 0.147 | 0.2    | 9.4  |                                                                                   |
| G30 <sub>4</sub> | 0.72 | 0.102 | 0.1    | 7.1  |                                                                                   | G21 <sub>4</sub> | 0.75 | 0.084 | 0.1    | 8.9  |                                                                                   |
| G11 <sub>1</sub> | 4.03 | 0.380 | 0.70   | 10.6 |                                                                                   | G34 <sub>1</sub> | 2.39 | 0.287 | 0.4    | 8.3  |                                                                                   |
| G11 <sub>2</sub> | 1.84 | 0.213 | 0.3    | 8.6  |                                                                                   | G34 <sub>2</sub> | 2.76 | 0.323 | 0.5    | 8.5  |                                                                                   |
| G11 <sub>3</sub> | 0.26 | 0.013 | -      | -    |                                                                                   | G34 <sub>3</sub> | 1.55 | 0.260 | 0.3    | 6    |                                                                                   |
| G15 <sub>1</sub> | 4.79 | 0.454 | 0.8    | 10.6 |                                                                                   | G34 <sub>4</sub> | 0.98 | 0.113 | 0.2    | 8.7  |                                                                                   |
| G15 <sub>2</sub> | 1.29 | 0.153 | 0.2    | 8.4  | ↑<br>S<br>O<br>L<br>S<br>↓                                                        | G5 <sub>1</sub>  | 8.66 | 0.626 | 1.5    | 13.8 | ↑<br>S<br>O<br>L<br>S<br>A<br>L<br>L<br>U<br>V<br>I<br>A<br>U<br>X<br>↓           |
| G15 <sub>3</sub> | 0.69 | 0.087 | 0.1    | 7.9  |                                                                                   | G5 <sub>2</sub>  | 3.76 | 0.400 | 0.6    | 9.4  |                                                                                   |
| G15 <sub>4</sub> | 0.43 | 0.080 | 0.1    | 5.4  |                                                                                   | G5 <sub>3</sub>  | 3.91 | 0.293 | 0.7    | 13.3 |                                                                                   |
| G17 <sub>1</sub> | 3.99 | 0.453 | 0.70   | 8.8  |                                                                                   | P6 <sub>1</sub>  | 11.6 | 0.800 | 2.00   | 14.5 |                                                                                   |
| G17 <sub>2</sub> | 1.15 | 0.134 | 0.2    | 8.6  |                                                                                   | P6 <sub>2</sub>  | 8.43 | 0.586 | 1.50   | 14.4 |                                                                                   |
| G17 <sub>3</sub> | 0.46 | 0.063 | 0.1    | 7.3  |                                                                                   | P6 <sub>3</sub>  | 2.16 | 0.191 | 0.4    | 11.3 |                                                                                   |
| G17 <sub>4</sub> | 0.46 | 0.067 | 0.1    | 8.9  |                                                                                   | P6 <sub>4</sub>  | 1.84 | 0.142 | 0.3    | 13   |                                                                                   |
| G2 <sub>1</sub>  | 2.36 | 0.233 | 0.4    | 10.1 |                                                                                   | P6 <sub>5</sub>  | 1.21 | 0.097 | 0.2    | 12.5 |                                                                                   |
| G2 <sub>2</sub>  | 0.78 | 0.140 | 0.1    | 5.6  |                                                                                   | G6 <sub>1</sub>  | 3.22 | 0.44  | 0.6    | 7.3  |                                                                                   |
| G2 <sub>3</sub>  | 0.49 | 0.077 | 0.1    | 6.6  |                                                                                   | G6 <sub>2</sub>  | 1.38 | 0.134 | 0.7    | 10.3 |                                                                                   |
| P5 <sub>1</sub>  | 6.52 | 0.607 | 1.1    | 10.7 |                                                                                   | G6 <sub>3</sub>  | 0.81 | 0.117 | 0.1    | 6.9  |                                                                                   |
| P5 <sub>2</sub>  | 1.12 | 0.120 | 0.2    | 9.3  |                                                                                   | G8 <sub>1</sub>  | 5.33 | 0.480 | 0.9    | 11.1 |                                                                                   |
| P5 <sub>3</sub>  | 0.60 | 0.117 | 0.1    | 5.1  |                                                                                   | G8 <sub>2</sub>  | 2.44 | 0.267 | 0.4    | 9.1  |                                                                                   |
| P5 <sub>4</sub>  | 0.60 | 0.100 | 0.1    | 6    |                                                                                   | G6 <sub>3</sub>  | 1.06 | 0.102 | 0.2    | 10.4 |                                                                                   |
| G29 <sub>1</sub> | 2.01 | 0.203 | 0.3    | 9.9  |                                                                                   | G8 <sub>4</sub>  | -    | -     | -      | -    |                                                                                   |
| G29 <sub>2</sub> | 1.87 | 0.151 | 0.3    | 12.4 | ↑<br>S<br>O<br>L<br>S<br>H<br>A<br>L<br>O<br>M<br>O<br>R<br>P<br>H<br>E<br>S<br>↓ |                  |      |       |        |      |                                                                                   |
| G29 <sub>3</sub> | 1.12 | 0.173 | 0.2    | 6.5  |                                                                                   |                  |      |       |        |      |                                                                                   |
| G29 <sub>4</sub> | 0.46 | 0.047 | 0.1    | 9.8  |                                                                                   |                  |      |       |        |      |                                                                                   |
| P9 <sub>1</sub>  | 4.83 | 0.417 | 0.8    | 11.6 |                                                                                   |                  |      |       |        |      |                                                                                   |
| P9 <sub>2</sub>  | 5.20 | 0.487 | 0.9    | 10.7 |                                                                                   |                  |      |       |        |      |                                                                                   |
| P9 <sub>3</sub>  | 1.75 | 0.220 | 0.3    | 8    |                                                                                   |                  |      |       |        |      |                                                                                   |
|                  |      |       |        |      |                                                                                   |                  |      |       |        |      |                                                                                   |

## a) Les vertisols.

La matière organique est peu abondante et ne dépasse guère 0,7 % en surface ; dans la plupart des profils, la diminution du taux de matière organique est rapide de la surface en profondeur. En effet, cette diminution est souvent de moitié et parfois de quart. Ces remarques sont aussi valables pour le carbone organique total quant à sa répartition dans les différents horizons.

L'azote total ne dépasse pas les teneurs de 0,45 ‰ en surface (0-20 cm) ; ces valeurs décroissent dans les horizons de profondeur.

Les rapports C/N sont moyens en surface 8,8 à 12,7. Ils tendent en général à diminuer progressivement en profondeur. Pour chaque profil, les teneurs les plus élevées sont enregistrées en surface ; la raison étant que c'est à ce niveau que l'on note les taux les plus élevés en carbone et en azote.

## b) Les sols halomorphes.

Le taux de matière organique est également peu élevé, la moyenne étant de 0,4 % en surface pour les deux sols halomorphes vertiques et de 1,1 ‰ pour le sol halomorphe sableux. Ces teneurs diminuent rapidement en profondeur. Cette décroissance rapide est plus accentuée dans le sol sableux P5 (1,1 % en surface à 0,2 % vers 30-40 cm) et dans le profil G2 ; en revanche, elle est progressive dans le G29 (profil vertique). L'azote total est aussi faible et diminue avec la profondeur ; le taux le plus important est de 0,60 ‰ (P5<sub>1</sub>). Les rapports C/N restent moyens en surface (9,9 à 10,7) puis diminuent dans les horizons plus profonds. Cette tendance à l'augmentation en profondeur est expliquée par une plus faible teneur en azote et un plus fort taux en carbone en valeur relative.

c) Les sols ferrugineux.

Les taux de matière organique en surface sont en général plus élevés que dans les deux classes précédentes ; ils n'excèdent pas 0,8 %. La diminution de ces teneurs est progressive surtout dans les sols ferrugineux tropicaux lessivés (P9, G34) ; cette caractéristique est moins nette dans les sols ferrugineux peu développés comme (G13 et G26).

L'azote total a des valeurs relativement faibles. En surface où l'on note en général les plus fortes teneurs, il ne dépasse guère 0,417 % (P9<sub>1</sub>). Ces teneurs qui diminuent en général avec la profondeur, augmentent dès le deuxième horizon humifère ; l'exception est cependant réservée au seul profil ferrugineux peu développé (G13).

Les rapports C/N en surface sont en général inférieurs à 13 ; sauf pour le profil G26 où ce rapport est de 26,1. En effet, nous observons dans ce cas un taux de carbone relativement fort 7,30 % par rapport à un taux d'azote faible 0,28 % ; d'une façon globale, le rapport C/N diminue au fur et à mesure que l'on descend en profondeur.

d) Les sols alluviaux.

De tous les profils étudiés, ils présentent les plus forts taux de matière organique, du moins pour ce qui est des horizons de surface : en effet, les taux maximum sont de 1,5 à 2 % pour les sols limoneux et de 0,6 à 0,9 % pour les sols sableux. La baisse du pourcentage de carbone en fonction de la profondeur est très progressive sur les deux premiers horizons (environ sur 1 m) ; puis elle devient plus rapide surtout quand la texture est sableuse. Le profil P6 contient jusqu'à 1,80 m des teneurs de matière organique identiques à celles des horizons de surface de certains vertisols (0,3 %).

Les teneurs en azote total sont relativement importantes et décroissent dans l'ensemble avec la profondeur ; le maximum est de 0,800 % et la moyenne autour de 0,500 % en surface.

Les rapports C/N en surface sont plus élevés pour les sols

limoneux (13,8 à 14,5) que pour les sols sableux (7,3 à 11,1). Le C/N a tendance à diminuer dans les horizons intermédiaires , puis à augmenter de nouveau dans les horizons plus profonds en raison d'une augmentation relative du taux de carbone par rapport au taux d'azote.

#### e) Conclusions.

Les remarques sur les données générales de la matière organique (carbone organique total, azote total, rapport C/N) permettent de dire que dans tous les profils, les teneurs sont plus élevées en surface qu'en profondeur à quelques rares exceptions près ; la classe des sols peu évolués est plus riche en matière organique totale, en azote total que les autres classes de sol. Cette richesse peut se maintenir jusqu'à une profondeur relativement importante dans les sols limoneux. La chute de la teneur en M.O. en fonction de la profondeur est brutale dans les sols vertiques et progressive dans les sols ferrugineux et les sols alluviaux. La teneur en azote total en surface (0-20 cm) augmente selon le gradient suivant :

|                                          |   |                      |   |                  |   |
|------------------------------------------|---|----------------------|---|------------------|---|
| Sols alluviaux                           | > | Sols bruns vertiques | > | Sols ferrugineux | > |
| (0,44-0,88 ‰)                            |   | (0,38-0,454 ‰)       |   | (0,28-0,417 ‰)   |   |
| > Vertisols > Sols halomorphes vertiques |   |                      |   |                  |   |
| (0,169-0,313 ‰)                          |   | (0,203-0,233)        |   |                  |   |

D'une façon générale le rapport C/N décroît avec la profondeur en raison de la diminution dans le même sens des deux données (C/N) ; cette décroissance peut ne pas être obtenue en profondeur dans le cas où l'une de ces données augmente ou diminue par rapport à l'autre. En moyenne, les rapports C/N sont faibles  $\leq 10$  ils indiquent une M.O. à faible décomposition (contrairement aux sols ferrugineux sableux de Piega, PALLO (1981), où les C/N sont de 3 à 15).

## 2.- Les différentes fractions de la matière organique.

La matière organique est une substance complexe qui comprend :

- des matières végétales peu ou pas décomposées et non liées à la matière minérale ;
- des produits transformés ou encore "humifiés" solubles soit en milieu acide, soit en milieu alcalin ;
- des produits transformés insolubles, fortement liés à la matière minérale.

L'analyse consiste à déterminer quantitativement ces différentes fractions. La méthode utilisée est celle mise au point par DABIN (1971) (voir schéma de fractionnement de la matière organique ci-après).

La matière organique légère (M.O.L.) est obtenue par filtration du liquide surnageant issu du traitement à l'acide phosphorique ; son dosage s'effectue par coulométrie.

Les acides fulviques libres (A.F.L.) sont des acides organiques très solubles de faible P.M. ; peu liés à la matière minérale, ils sont extraits à l'acide phosphorique.

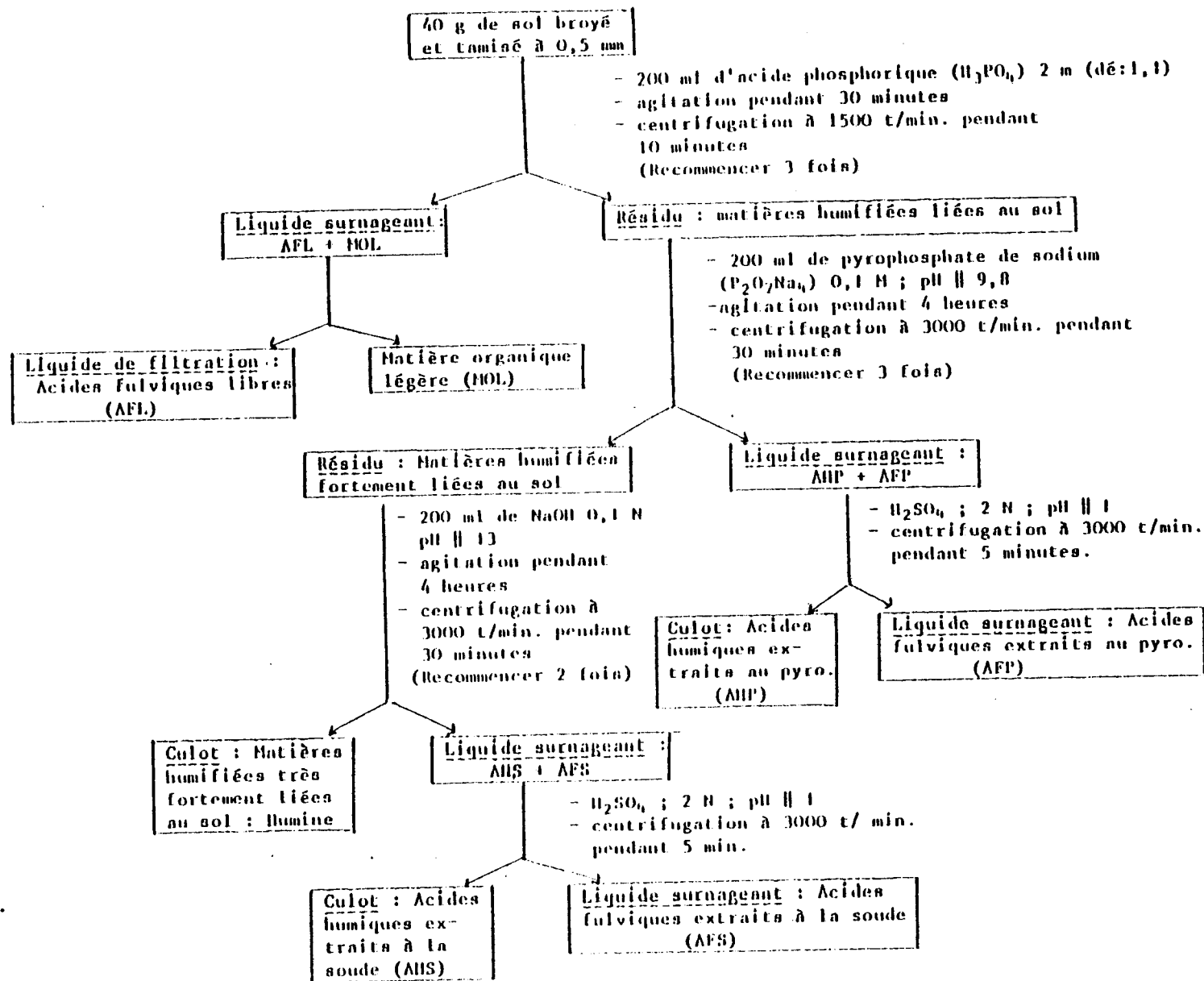
Les matières humiques totales (acides humiques et acides fulviques) liées au sol sont extraites par des solvants alcalins : pyrophosphate de soude (AHP + AFP) et soude (AHS + AFS). La séparation des acides fulviques des acides humiques se fait par précipitation des A.F. par  $H_2SO_4$  à pH 1.

Le taux de carbone exprimé en % de ces différentes fractions est déterminé par attaque sulfochromique et dosage en retour des ions chromiques en excès par  $Fe^{++}$ .

L'humine, résidu organo-minéral insoluble renferme une matière organique complexe fortement liée au sol, son dosage se fait au CHN.

(Les données sur les fractions de l'humus en valeur absolue et en valeur relative - tab. 12 et 13 , graphique 25 - se rapportent aux trois premiers horizons de chaque profil correspondant à une profondeur de 1 m environ. Les cases vides correspondent aux fractions

# SCHEMA DE FRACTIONNEMENT DE LA MATIERE ORGANIQUE



difficilement dosables après extraction en raison de leur faible teneur en carbone organique).

a) Les vertisols.

. La teneur en M.O.L. en surface est très faible et ne dépasse jamais 0,15 % ; la plus faible teneur enregistrée est de 0,05 % . Ces teneurs décroissent en profondeur. En valeur relative, la matière organique légère ne dépasse pas 3,75 % du carbone total ; ce rapport diminue dans le deuxième horizon et a tendance à augmenter avec la profondeur.

. Les acides fulviques libres (A.F.L.) accusent les teneurs les plus élevées en surface (0,389 %). Leur diminution est nette au fur et à mesure que l'on descend en profondeur.

La baisse du taux des A.F.L. par rapport au premier horizon est de moitié dès le deuxième horizon et de quart dès le troisième.

Le profil G12 qui est sableux en surface renferme la plus faible teneur en A.F.L.

En valeur relative, d'une façon générale, on note une augmentation en profondeur du rapport A.F.L./C total en %. Les chiffres varient autour de 7,45 % en surface à 25 % en profondeur.

. Les matières humiques totales : M.H.T.P. + M.H.T.S.

Les proportions sont plus élevées dans les extraits pyro que dans les extraits soude, on note une diminution en profondeur des deux catégories de matières humiques.

Dans certains profils, en surface, ce sont les A.H.P. qui prévalent sur les A.F.P. (G12, G30, G17) ; on constate l'inverse dans le profil (G15) ; de même que ce sont les A.H.S. qui prévalent sur les A.F.S. en (G12, G30), c'est l'inverse qui se manifeste dans les profils (G11, G15, G17).

En valeur relative, le rapport M.H.T.P./C total peut atteindre en surface des valeurs de 32,62 % cas du profil G12 ; ces rapports décroissent en général en profondeur, mais parfois peuvent y marquer une recrudescence (cas des profils G11 et G17 où l'on note respectivement 40,38 % et 32,39 % du carbone total. Comme en valeur absolue, les rapports de M.H.T.S. sur le carbone total sont plus faibles que ceux de M.H.T.P. ; pour certains profils, ces rapports diminuent en profondeur (G11) et augmentent pour d'autres (G12) voir fig. 25.

#### b) Les sols halomorphes.

. La teneur en M.O.L. ne dépasse pas 0,17 % en surface et 0,01 % en profondeur.

En valeur relative la proportion de M.O.L. diminue en profondeur ; le plus fort taux constaté est de 7,96 % pour le profil G29<sub>1</sub>. Ces quantités tendent à s'annuler en profondeur comme l'indiquent les données en valeur absolue.

. Les A.F.L. sont plus élevés en teneur en surface dans le sol halomorphe sablo-limoneux (P5) que dans le sol halomorphe vertique (G29) (0,369 % , contre 0,051 %) ; cette remarque qui peut paraître contradictoire est due à la différence des textures des horizons de surface de ces deux profils : P5 a un A<sub>1</sub> sablo-limoneux et G29 a un A<sub>1</sub> sableux à sable grossier. Une augmentation en profondeur (20-30 cm) est enregistrée dans le sol vertique. En valeur relative, il y a une élévation des A.F.L. au fur et à mesure que l'on descend en profondeur.

#### . Les matières humiques totales.

En valeur absolue, les M.H.T.P. diminuent en profondeur ; la teneur la plus élevée concerne l'horizon P5<sub>1</sub> initialement riche en carbone organique total (6,52 %). La part la plus importante appartient aux A.H.P.. Les M.H.T.S. sont moins importants que les M.H.T.P., pour un même horizon. La prédominance des A.H.S. sur les A.F.S. n'est pas vérifiée pour tous les horizons.



Tab. 12 - Données sur les fractions de l'humus (en valeur absolue).

| Profondeur<br>prélèvement | Echantillons<br>analysés | MOL ‰ | AFL ‰ | MHTP ‰ | AFP ‰ | AHP ‰ | MHTS ‰ | AFS ‰ | AHS ‰ | Classe de<br>sol                                                            |
|---------------------------|--------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 0-20                      | G12 <sub>1</sub>         | 0.05  | 0.129 | 0.565  | 0.163 | 0.402 | 0.134  | 0.031 | 0.103 | V<br>E<br>R<br>T<br>I<br>S<br>O<br>L<br>S                                   |
| 40-60                     | G12 <sub>2</sub>         | 0.01  | 0.099 | 0.093  | -     | -     | 0.085  | -     | -     |                                                                             |
| 80-100                    | G12 <sub>3</sub>         | 0.01  | 0.093 | 0.030  | -     | -     | 0.075  | -     | -     |                                                                             |
| 0-10                      | G30 <sub>1</sub>         | 0.10  | 0.325 | 0.490  | 0.212 | 0.279 | 0.265  | 0.121 | 0.145 |                                                                             |
| 30-40                     | G30 <sub>2</sub>         | 0.01  | 0.113 | 0.190  | 0.034 | 0.156 | 0.093  | -     | -     |                                                                             |
| 80-100                    | G30 <sub>3</sub>         | 0.01  | 0.065 | 0.062  | -     | -     | 0.053  | -     | -     |                                                                             |
| 0-10                      | G11 <sub>1</sub>         | 0.13  | 0.383 | 0.699  | 0.269 | 0.430 | 0.460  | 0.338 | 0.122 |                                                                             |
| 40-60                     | G11 <sub>2</sub>         | 0.01  | 0.171 | 0.242  | -     | 0.136 | 0.116  | 0.047 | 0.069 |                                                                             |
| 80-100                    | G11 <sub>3</sub>         | 0.01  | 0.065 | 0.105  | -     | -     | 0.017  | -     | -     |                                                                             |
| 0-15                      | G15 <sub>1</sub>         | 0.12  | 0.236 | 0.527  | 0.346 | 0.181 | 0.444  | 0.307 | 0.136 |                                                                             |
| 30-40                     | G15 <sub>2</sub>         | 0.01  | 0.182 | 0.131  | 0.055 | 0.076 | 0.124  | -     | -     |                                                                             |
| 80-100                    | G15 <sub>3</sub>         | 0.01  | 0.073 | 0.046  | -     | -     | 0.042  | -     | -     |                                                                             |
| 0-15                      | G17 <sub>1</sub>         | 0.15  | 0.369 | 0.452  | 0.192 | 0.260 | 0.386  | 0.255 | 0.131 |                                                                             |
| 40-60                     | G17 <sub>2</sub>         | 0.01  | 0.126 | 0.194  | 0.085 | 0.180 | 0.053  | -     | -     |                                                                             |
| 100-120                   | G17 <sub>3</sub>         | 0.01  | 0.074 | 0.149  | -     | -     | 0.038  | -     | -     |                                                                             |
| 0-15                      | P5 <sub>1</sub>          | 0.17  | 0.369 | 2.060  | 0.343 | 1.717 | 0.546  | 0.234 | 0.312 | H<br>A<br>L<br>O<br>M<br>O<br>R<br>S                                        |
| 30-50                     | P5 <sub>2</sub>          | 0.01  | 0.134 | 0.381  | 0.106 | 0.274 | 0.098  | 0.039 | 0.059 |                                                                             |
| 60-80                     | P5 <sub>3</sub>          | 0.01  | 0.086 | 0.211  | 0.099 | 0.112 | 0.065  | -     | -     |                                                                             |
| 0-10                      | G29 <sub>1</sub>         | 0.16  | 0.051 | 0.341  | 0.096 | 0.245 | 0.211  | 0.163 | 0.048 |                                                                             |
| 20-30                     | G29 <sub>2</sub>         | 0.03  | 0.144 | 0.258  | 0.092 | 0.166 | 0.115  | 0.057 | 0.057 |                                                                             |
| 70-90                     | G29 <sub>3</sub>         | 0.01  | 0.087 | 0.068  | -     | -     | 0.068  | -     | -     |                                                                             |
| 0-10                      | P9 <sub>1</sub>          | 0.41  | 0.226 | 0.694  | 0.146 | 0.547 | 0.500  | 0.272 | 0.328 | S<br>O<br>L<br>S<br><br>F<br>E<br>R<br>R<br>U<br>G<br>I<br>N<br>E<br>U<br>X |
| 30-50                     | P9 <sub>2</sub>          | 0.23  | 0.344 | 1.181  | 0.280 | 0.901 | 0.518  | 0.259 | 0.259 |                                                                             |
| 80-100                    | P9 <sub>3</sub>          | 0.02  | 0.244 | 0.244  | 0.216 | 0.028 | 0.262  | 0.229 | 0.033 |                                                                             |
| 0-20                      | G13 <sub>1</sub>         | 0.05  | 0.468 | 1.013  | 0.192 | 0.819 | 0.337  | 0.235 | 0.102 |                                                                             |
| 40-60                     | G13 <sub>2</sub>         | 0.01  | 0.322 | 0.336  | 0.317 | 0.128 | 0.444  | 0.422 | 0.022 |                                                                             |
| 80-100                    | G13 <sub>3</sub>         | 0.00  | 0.063 | 0.079  | -     | -     | 0.085  | -     | -     |                                                                             |
| 0-7                       | G26 <sub>1</sub>         | 0.33  | 0.409 | 1.143  | 0.269 | 0.873 | 0.943  | 0.330 | 0.612 |                                                                             |
| 20-40                     | G26 <sub>2</sub>         | 0.07  | 0.283 | 0.388  | 0.254 | 0.134 | 0.379  | 0.267 | 0.113 |                                                                             |
| 60-80                     | G26 <sub>3</sub>         | 0.01  | 0.083 | 0.055  | -     | -     | -      | -     | -     |                                                                             |
| 0-15                      | G21 <sub>1</sub>         | 0.14  | 0.292 | 1.050  | 0.389 | 0.712 | 0.377  | 0.255 | 0.377 |                                                                             |
| 30-50                     | G21 <sub>2</sub>         | 0.05  | 0.412 | 0.396  | 0.187 | 0.209 | 0.535  | -     | -     |                                                                             |
| 60-80                     | G21 <sub>3</sub>         | 0.00  | 0.140 | 0.100  | -     | -     | 0.124  | -     | -     |                                                                             |

Tab. 12 suite - Données sur les fractions de l'humus (en valeur absolue).

| Profondeur<br>de prélève-<br>ment (cm) | Echantillons<br>analysés     | MOL<br>‰ | AFL<br>‰ | MHTP<br>‰ | AFP<br>‰ | AHP<br>‰ | MHTS<br>‰ | AFS<br>‰ | AHS<br>‰ |                                                |
|----------------------------------------|------------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|------------------------------------------------|
| 0-10                                   | G3 <sub>4</sub> <sub>1</sub> | 0.06     | 0.273    | 0.448     | 0.119    | 0.329    | 0.138     | 0.064    | 0.073    | F<br>S<br>E<br>R<br>O<br>R<br>L<br>R<br>S<br>U |
| 20-30                                  | G3 <sub>4</sub> <sub>2</sub> | 0.02     | 0.295    | 0.354     | 0.140    | 0.213    | 0.239     | 0.169    | 0.071    |                                                |
| 40-60                                  | G3 <sub>4</sub> <sub>3</sub> | 0.01     | 0.188    | 0.127     | -        | -        | 0.095     | -        | -        |                                                |
| 0-15                                   | G5 <sub>1</sub>              | 0.06     | 0.492    | 4.044     | 0.438    | 3.605    | 0.533     | 0.196    | 0.336    | S<br>O<br>L<br>S                               |
| 40-60                                  | G5 <sub>2</sub>              | 0.01     | 0.276    | 2.304     | 0.789    | 1.514    | 0.239     | 0.144    | 0.073    |                                                |
| 100-120                                | G5 <sub>3</sub>              | 0.02     | 0.162    | 2.204     | 0.092    | 2.112    | 0.343     | 0.161    | 0.185    |                                                |
| 0-10                                   | P6 <sub>1</sub>              | 0.45     | 0.186    | 3.492     | 0.618    | 2.875    | 0.985     | 0.504    | 0.482    | P<br>E<br>U                                    |
| 30-40                                  | P6 <sub>2</sub>              | 0.12     | 0.378    | 3.972     | 0.319    | 3.653    | 0.640     | 0.209    | 0.431    |                                                |
| 60-80                                  | P6 <sub>3</sub>              | 0.05     | 0.182    | 0.872     | 0.263    | 0.609    | 0.154     | -        | -        |                                                |
| 0-10                                   | G6 <sub>1</sub>              | 0.06     | 0.272    | 0.821     | 0.138    | 0.683    | 0.316     | 0.202    | 0.114    | E<br>V<br>O<br>L<br>U<br>E<br>S                |
| 30-40                                  | G6 <sub>2</sub>              | 0.02     | 0.147    | 0.391     | 0.077    | 0.314    | 0.148     | 0.105    | 0.050    |                                                |
| 60-80                                  | G6 <sub>3</sub>              | 0.00     | 0.085    | 0.169     | 0.105    | 0.064    | 0.066     | -        | -        |                                                |
| 0-10                                   | G8 <sub>1</sub>              | 0.27     | 0.286    | 1.160     | 0.227    | 0.933    | 0.523     | 0.174    | 0.349    |                                                |
| 30-40                                  | G8 <sub>2</sub>              | 0.04     | 0.230    | 0.634     | 0.182    | 0.455    | 0.221     | 0.129    | 0.093    |                                                |
| 60-80                                  | G8 <sub>3</sub>              | 0.01     | 0.118    | 0.362     | 0.083    | 0.278    | 0.065     | -        | -        |                                                |

Tab. 13 - Données sur les fractions de l'humus (en valeur relative).

| Echa             | C.tot.<br>‰ | Mot<br>% | C.hum.t.<br>‰ | M.O.L.<br>% du C t | AFL %<br>du C t | MHTP %<br>du C t | AFP %<br>du C t | AHP %<br>du C t | MHTS %<br>du C t | AFS %<br>du C t | AHS %<br>du C t | Hum. t.<br>% du Ct |                                                                             |
|------------------|-------------|----------|---------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| G12 <sub>1</sub> | 1.73        | 0.3      | 0.85          | 2.89               | 7.45            | 32.62            | 9.42            | 23.23           | 7.74             | 1.79            | 5.95            | 49.27              | V<br>E<br>R<br>T<br>I<br>S<br>O<br>L<br>S                                   |
| G12 <sub>2</sub> | 1.27        | 0.2      | 0.98          | 0.78               | 7.79            | 7.32             | -               | -               | 6.69             | -               | -               | 77.42              |                                                                             |
| G12 <sub>3</sub> | 0.92        | 0.2      | 0.71          | 1.08               | 10.10           | 3.26             | -               | -               | 8.15             | -               | -               | 77.41              |                                                                             |
| G30 <sub>1</sub> | 3.97        | 0.7      | 2.79          | 2.5                | 8.18            | 12.34            | 5.34            | 7.02            | 6.67             | 3.04            | 3.65            | 70.31              |                                                                             |
| G30 <sub>2</sub> | 1.32        | 0.2      | 0.91          | 0.75               | 8.56            | 14.39            | 2.57            | 11.81           | 7.04             | -               | -               | 69.26              |                                                                             |
| G30 <sub>3</sub> | 0.89        | 0.2      | 0.70          | 1.12               | 7.30            | 6.9              | -               | -               | 5.95             | -               | -               | 78.73              |                                                                             |
| G11 <sub>1</sub> | 4.03        | 0.7      | 2.36          | 3.22               | 9.50            | 17.34            | 6.67            | 10.66           | 11.41            | 8.38            | 3.02            | 58.53              |                                                                             |
| G11 <sub>2</sub> | 1.84        | 0.3      | 1.30          | 0.54               | 9.22            | 13.15            | 5.76            | 7.39            | 6.30             | 2.55            | 3.75            | 70.72              |                                                                             |
| G11 <sub>3</sub> | 0.26        | -        | 0.80          | 1.12               | 25              | 40.38            | -               | -               | 1.91             | -               | -               | 31.59              |                                                                             |
| G15 <sub>1</sub> | 4.79        | 0.8      | 3.46          | 2.50               | 4.92            | 11.00            | 7.22            | 3.78            | 9.26             | 6.40            | 2.83            | 72.32              |                                                                             |
| G15 <sub>2</sub> | 1.29        | 0.2      | 0.84          | 0.77               | 14.10           | 10.15            | 4.26            | 5.89            | 9.61             | -               | -               | 65.37              |                                                                             |
| G15 <sub>3</sub> | 0.69        | 0.1      | 0.52          | 1.00               | 10.57           | 6.66             | -               | -               | 6.08             | -               | -               | 75.69              |                                                                             |
| G17 <sub>1</sub> | 3.99        | 0.7      | 2.52          | 3.75               | 9.24            | 11.32            | 3.97            | 6.51            | 9.67             | 6.49            | 3.28            | 63.27              | S.<br>H<br>A<br>L<br>O<br>M<br>O<br>R<br>.                                  |
| G17 <sub>2</sub> | 1.15        | 0.2      | 0.76          | 0.86               | 10.95           | 16.86            | 7.39            | 9.39            | 4.60             | -               | -               | 66.73              |                                                                             |
| G17 <sub>3</sub> | 0.46        | 0.1      | 0.19          | 2.17               | 16.08           | 32.39            | -               | -               | 8.26             | -               | -               | 41.10              |                                                                             |
| P5 <sub>1</sub>  | 6.52        | 1.1      | 3.38          | 2.60               | 5.65            | 31.59            | 5.26            | 26.33           | 8.37             | 3.58            | 4.78            | 51.79              |                                                                             |
| P5 <sub>2</sub>  | 1.12        | 0.2      | 0.50          | 0.89               | 11.96           | 34.01            | 9.46            | 24.46           | 8.75             | 3.48            | 5.26            | 44.39              |                                                                             |
| P5 <sub>3</sub>  | 0.60        | 0.1      | 0.23          | 1.66               | 14.33           | 35.16            | 16.50           | 18.66           | 10.83            | -               | -               | 38.02              |                                                                             |
| G29 <sub>1</sub> | 2.01        | 0.3      | 1.25          | 7.96               | 2.53            | 16.96            | 4.77            | 12.18           | 10.49            | 8.10            | 2.38            | 62.06              |                                                                             |
| G29 <sub>2</sub> | 1.87        | 0.3      | 1.32          | 1.60               | 7.70            | 13.79            | 4.91            | 8.87            | 6.14             | 3.04            | 3.04            | 70.77              |                                                                             |
| G29 <sub>3</sub> | 1.12        | 0.2      | 0.89          | 0.89               | 7.76            | 6.07             | -               | -               | 6.07             | -               | -               | 7.92               |                                                                             |
| P9 <sub>1</sub>  | 4.83        | 0.8      | 2.90          | 8.48               | 4.67            | 14.36            | 3.02            | 11.32           | 12.42            | 5.63            | 6.79            | 60.11              | S<br>O<br>L<br>S<br><br>F<br>E<br>R<br>R<br>U<br>G<br>I<br>N<br>E<br>U<br>X |
| P9 <sub>2</sub>  | 5.20        | 0.9      | 2.93          | 4.42               | 6.61            | 22.71            | 5.38            | 17.32           | 9.96             | 4.98            | 4.98            | 56.80              |                                                                             |
| P9 <sub>3</sub>  | 1.75        | 0.3      | 0.98          | 1.14               | 13.94           | 13.94            | 12.94           | 1.60            | 14.97            | 13.08           | 1.88            | 56.01              |                                                                             |
| G13 <sub>1</sub> | 2.93        | 0.5      | 1.06          | 1.70               | 15.97           | 34.57            | 6.55            | 27.95           | 11.50            | 8.02            | 3.48            | 36.26              |                                                                             |
| G13 <sub>2</sub> | 2.30        | 0.4      | 1.19          | 0.43               | 14              | 14.60            | 13.78           | 5.66            | 19.30            | 18.34           | 0.95            | 51.67              |                                                                             |
| G13 <sub>3</sub> | 0.58        | 0.1      | 0.35          | 0.00               | 10.86           | 13.62            | -               | -               | 14.65            | -               | -               | 60.87              |                                                                             |
| G26 <sub>1</sub> | 7.30        | 1.3      | 4.48          | 4.52               | 5.60            | 15.65            | 3.68            | 11.95           | 12.91            | 4.52            | 8.38            | 61.32              |                                                                             |
| G26 <sub>2</sub> | 3.5         | 0.5      | 1.93          | 2.29               | 9.27            | 12.72            | 8.32            | 4.34            | 12.42            | 8.75            | 3.70            | 63.3               |                                                                             |
| G26 <sub>3</sub> | 0.75        | 0.1      | 0.55          | 1.33               | 11.06           | 7.33             | -               | -               | 7.46             | -               | -               | 72.82              |                                                                             |
| G21 <sub>1</sub> | 4.26        | 0.7      | 2.40          | 3.28               | 6.85            | 24.64            | 9.13            | 16.71           | 8.84             | 5.98            | 3.07            | 56.39              |                                                                             |
| G21 <sub>2</sub> | 3.92        | 0.7      | 2.52          | 1.27               | 10.53           | 10.12            | 4.78            | 5.34            | 13.68            | -               | -               | 64.40              |                                                                             |
| G21 <sub>3</sub> | 1.38        | 0.2      | 1.02          | 0.00               | 10.14           | 7.24             | -               | -               | 8.98             | -               | -               | 73.64              |                                                                             |

Tab. 13 suite - Données sur les fractions de l'humus (en valeur relative).

| Echa             | C tot.<br>% | MOT<br>% | C hum<br>t. % | MOL %<br>du C t. | AFL %<br>du C t. | MHTP %<br>du C t. | AFP %<br>du C t. | AHP %<br>du C t. | MHTS %<br>du C t. | AFS %<br>du C t. | AHS %<br>du C t. | C.hum.t.<br>% du Ct | Sol                               |
|------------------|-------------|----------|---------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------------------------|
| G34 <sub>1</sub> | 2.39        | 0.3      | 1.47          | 2.51             | 11.42            | 18.74             | 4.97             | 13.76            | 5.77              | 2.67             | 3.05             | 61.56               | S.<br>F<br>E<br>R<br>R<br>U<br>G. |
| G34 <sub>2</sub> | 2.76        | 0.5      | 1.76          | 0.72             | 10.68            | 12.82             | 5.07             | 7.71             | 8.65              | 6.12             | 2.57             | 64.09               |                                   |
| G34 <sub>3</sub> | 1.55        | 0.3      | 0.99          | 0.64             | 12.12            | 8.19              | -                | -                | 6.12              | -                | -                | 72.85               |                                   |
| G5 <sub>1</sub>  | 8.66        | 1.5      | 3.53          | 0.69             | 5.68             | 46.69             | 5.05             | 41.62            | 6.15              | 2.26             | 3.87             | 40.79               | S<br>O<br>L<br>S                  |
| G5 <sub>2</sub>  | 3.76        | 0.6      | 0.95          | 0.26             | 7.34             | 61.27             | 20.98            | 40.26            | 5.77              | 3.82             | 1.94             | 25.36               |                                   |
| G5 <sub>3</sub>  | 3.91        | 0.7      | 1.18          | 0.51             | 4.14             | 56.36             | 2.35             | 54.01            | 8.77              | 4.11             | 4.73             | 30.22               |                                   |
| P6 <sub>1</sub>  | 11.60       | 2        | 6.37          | 3.87             | 1.60             | 30.10             | 5.32             | 24.78            | 8.49              | 4.34             | 4.15             | 55.94               | P<br>E<br>U                       |
| P6 <sub>2</sub>  | 8.43        | 1.5      | 3.52          | 1.42             | 4.48             | 47.11             | 3.78             | 43.33            | 7.59              | 2.47             | 5.11             | 39.40               |                                   |
| P6 <sub>3</sub>  | 2.16        | 0.4      | 0.85          | 2.31             | 8.42             | 40.37             | 12.17            | 28.19            | 7.12              | -                | -                | 41.78               |                                   |
| G6 <sub>1</sub>  | 3.22        | 0.6      | 1.87          | 1.86             | 8.44             | 25.49             | 4.28             | 21.21            | 5.92              | 6.27             | 3.54             | 58.29               | E<br>V<br>O<br>L<br>U<br>E<br>S   |
| G6 <sub>2</sub>  | 1.38        | 0.2      | 0.67          | 1.44             | 10.65            | 28.33             | 5.57             | 22.75            | 10.72             | 7.60             | 3.62             | 48.86               |                                   |
| G6 <sub>3</sub>  | 0.81        | 0.1      | 0.38          | 0.00             | 10.49            | 20.86             | 12.96            | 7.90             | 8.14              | -                | -                | 47.55               |                                   |
| G8 <sub>1</sub>  | 5.33        | 0.9      | 3.09          | 5.06             | 5.36             | 21.76             | 4.25             | 17.50            | 9.81              | 3.26             | 6.54             | 58.01               |                                   |
| G8 <sub>2</sub>  | 2.44        | 0.4      | 1.31          | 1.63             | 9.42             | 25.98             | 7.45             | 18.64            | 9.05              | 5.28             | 3.81             | 53.92               |                                   |
| G8 <sub>3</sub>  | 1.06        | 0.2      | 0.50          | 0.94             | 11.13            | 34.15             | 7.83             | 26.22            | 6.13              | -                | -                | 47.65               |                                   |

En valeur relative, les M.H.T.P. dépassent largement les M.H.T.S. dans le profil P5, les M.H.T.P. maintiennent un rapport constant de (35 %) de la surface en profondeur.

c) Les sols ferrugineux.

. Ont des teneurs de M.O.L. relativement élevées dans certains horizons de surface ; la plus forte valeur est de 0,41 % dans le profil P9<sub>1</sub> et représente 8,48 % du carbone organique total.

En valeur relative (fig 25), seuls les profils P9, G26, G21 contiennent des proportions de M.O.L. jusqu'à une certaine profondeur contrairement aux deux autres profils (G13 et G34) qui n'en contiennent presque pas : cette différence est expliquée par le fait que le 1er groupe est non cultivé alors que le second l'est.

. Les A.F.L., en valeur absolue ont tendance à s'accumuler dans certains horizons des profils (P9, G21, G34) ; dans d'autres comme (G13, G26), ils s'accumulent en surface le maximum observé n'excède pas 0,468 %.

En valeur relative, ce qui est dit précédemment est confirmé. Le pourcentage par rapport au carbone organique total peut dépasser 15,97 % en surface et 13,94 % en profondeur respectivement dans les profils (G13 et P9).

. Les matières humiques totales diminuent en valeur absolue en profondeur, exception faite du P9 qui présentent à son deuxième horizon (A12) une nette augmentation ; dans cet horizon, le carbone organique total est supérieur à celui de l'horizon supérieur (A11) (5,20 % contre 4,83 %).

La prépondérance des A.H.P. sur les A.F.P. est nette dans les horizons de surface ; quant aux horizons de profondeur, cette dominance est variable. Les M.H.T.P., en règle générale, demeurent supérieurs aux M.H.T.S. pour un même horizon. Dans les M.H.T.S., les A.H.S. sont toujours plus élevés que les A.F.S..

En valeur relative (fig 25), les M.H.T.P. sont plus élevées que les M.H.T.S. dans les horizons supérieurs ; cette augmentation tend à se réduire en profondeur au profit de M.H.T.S. (cas des profils G13 et G26). Les teneurs les plus notables par rapport au carbone total tournent autour de 34,57 % de M.H.T.P. et de 19,30 % de M.H.T.S. pour les échantillons G13<sub>1</sub> et G13<sub>2</sub> (tableau 9).

d) Les sols peu évolués.

. La teneur en M.O.L. est relativement élevée (0,45 %) en P6. Elle diminue dans les profils en profondeur.

En valeur relative, elle est constante en P6, presque absente en G5 et représente près de 5 % dans l'horizon de surface du profil G8.

. Les A.F.L. montrent des teneurs maximales de 0,492 % en surface et se maintiennent assez bien en profondeur avec des teneurs relativement inférieures à celles des horizons de surface. La tendance à l'augmentation en profondeur est observée dans le profil limoneux P6, présentant une nappe à 1,80 m.

En valeur relative, la teneur en A.F.L. se maintient avec une constance remarquable dans certains profils : (P6, G6). Par contre, une augmentation s'opère en G8 et une légère diminution en G5 (profil limoneux à compacité relativement forte).

. Les matières humiques totales sont les plus élevées de l'ensemble des classes étudiées ; en valeur absolue, les M.H.T.P. encadrent les valeurs de 3,97 % à 4,04 % respectivement en P6<sub>2</sub> et G5<sub>1</sub>. Les plus faibles teneurs sont relevées dans les horizons de profondeur : G8<sub>3</sub> avec 0,362 %. Les A.H.P. sont toujours supérieures aux A.F.P. pour un même horizon. En règle générale, les M.H.T.P. sont toujours plus importants que les M.H.T.S. ; par contre, la prédominance des A.H.S. sur les A.F.S. est moins évidente.

En valeur relative, comme le montre la figure 25, les M.H.T.P. peuvent atteindre 54 % du carbone total (G5<sub>3</sub>). Les remarques sur la prédominance de M.H.T.P. sur les autres fractions déjà étudiées se confirment. En G6, en profondeur ce sont les extraits soude qui prédominent.

### 3.- L'humine totale.

En remarque générale, quel que soit le type de sol l'humine totale diminue en valeur absolue en profondeur et augmente en profondeur en valeur relative.

La part de l'humine par rapport au carbone organique total représente 30 à 70 % (tableau 9) ; (les valeurs absolues sont également consignées dans ce même tableau).

#### a) Pour les vertisols.

L'humine occupe 40 à 60 % du carbone total (fig. 25). Cette observation est vraie pour le G12, le G30, le G15 ; elle est par contre non vérifiée pour le G17 ET LE G11, peut être pour des raisons de leur plus faible teneur en carbone en profondeur.

#### b) Pour les sols halomorphes.

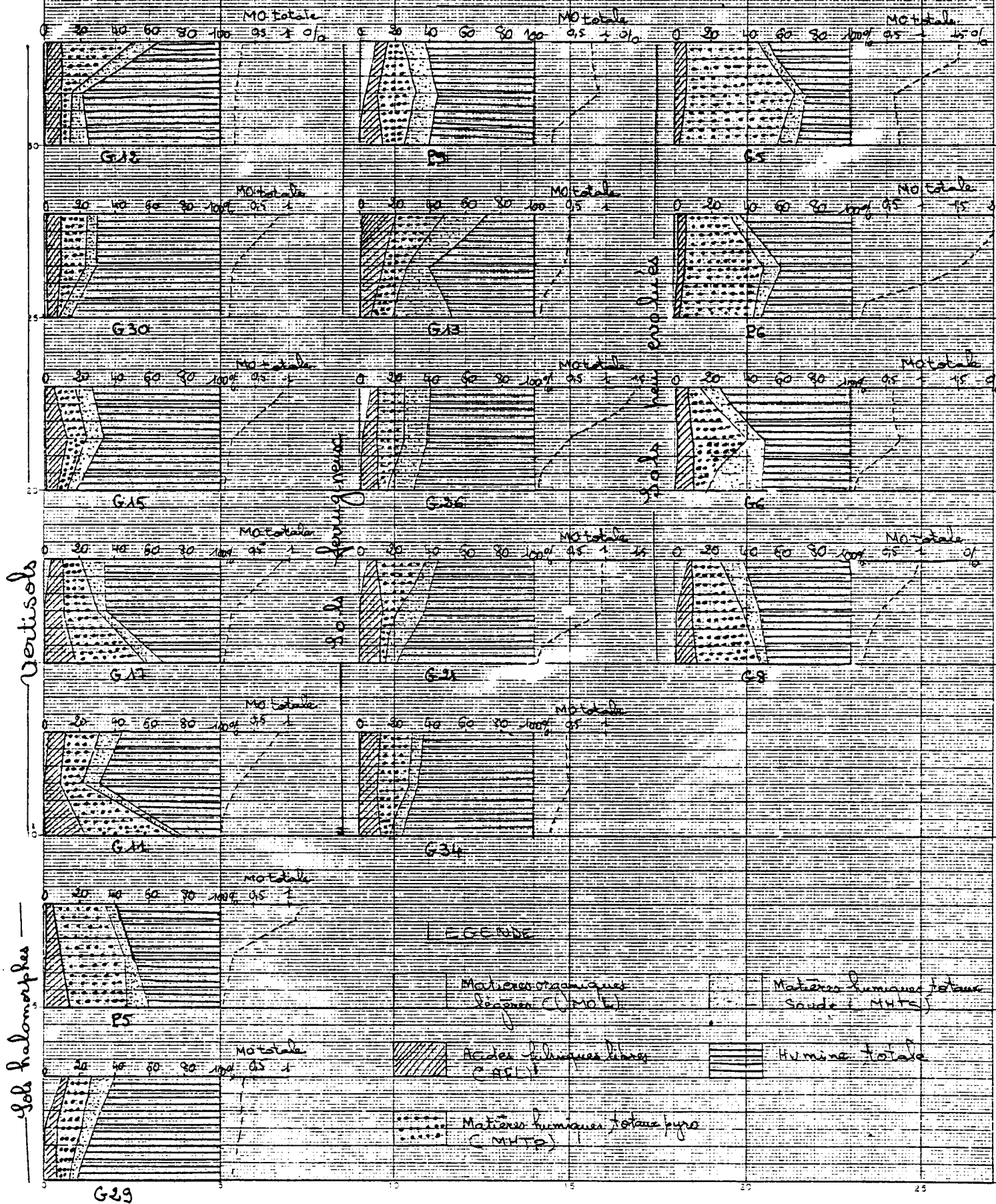
La remarque n'est valable que pour le sol vertique.

#### c) Pour les sols ferrugineux.

L'humine augmente en profondeur et occupe près de 50 à 75 % du carbone total. La remarque est fausse pour le G13 qui est un sol ferrugineux peu développé à altérite peu profonde et à taux de C très limité en profondeur.

Fig. 25

variations des fractions organiques en fonction de la profondeur  
(de 0 à 1 m)



G29



d) Quant aux sols alluviaux.

Il y a plutôt plus d'humine en surface qu'en profondeur, comme le montrent les graphiques de la figure 25.

#### 4.- Conclusions sur les données de la matière organique.

Il apparaît à l'issue de cette étude que les différentes classes de sols présentent une évolution différente dans leur matière organique.

D'un point de vue quantitatif, les vertisols et les sols halomorphes vertiques renferment les plus faibles teneurs de carbone organique total. Cette remarque s'applique très bien à leurs horizons B vertiques. La part qui est soluble soit en milieu acide, soit en milieu alcalin reste faible en valeur absolue mais forte en valeur relative (au moins 30 %).

La M.O.L. est quasi absente dans leurs horizons vertiques. Les acides fulviques qui peuvent montrer une accumulation en profondeur restent limités ici dans les horizons de surface (données en valeur absolue) ; en donnée relative ils tendent même à diminuer en profondeur dans les vertisols bien structurés. En revanche, l'humine fraction insoluble prédomine dans ces sols ; cette prédominance est aussi notée dans les sols ferrugineux, montrant ainsi l'importance des argiles (nature et quantité) dans la "séquestration" de ces molécules humiques.

Les sols peu évolués contiennent les taux les plus élevés en carbone en surface. La proportion de la matière organique "humifiée" reste la plus élevée aussi bien en surface qu'en profondeur (cas des sols limoneux). Ils contiennent en valeur relative moins d'humine en profondeur ; il en est de même pour certains vertisols.

Dans la majorité des sols tropicaux, les fractions humiques solubles demeurent constantes en profondeur en valeur absolue et relative à part les AFL et l'humine qui ont tendance à augmenter en valeur relative.

Ici, les A.F.L. demeurent souvent constants, les A.H. sont sou-

vent constants ou même augmentent ; l'humine a tendance à rester constante ou diminuer en profondeur ; ce sont les A.H.P. qui dominent dans la fraction extractible.

Dans ces sols la décomposition végétale est très forte , l'humification l'est également ; la maturation est rapide. La faible dépolymérisation s'effectue sur les grosses molécules protégées par l'argile ; la biodégradation ne s'effectue que sur les petites molécules ; le lessivage est inexistant ou alors très lent ; la biodégradation est lente en profondeur.

#### 5.- Les fractions de l'humine.

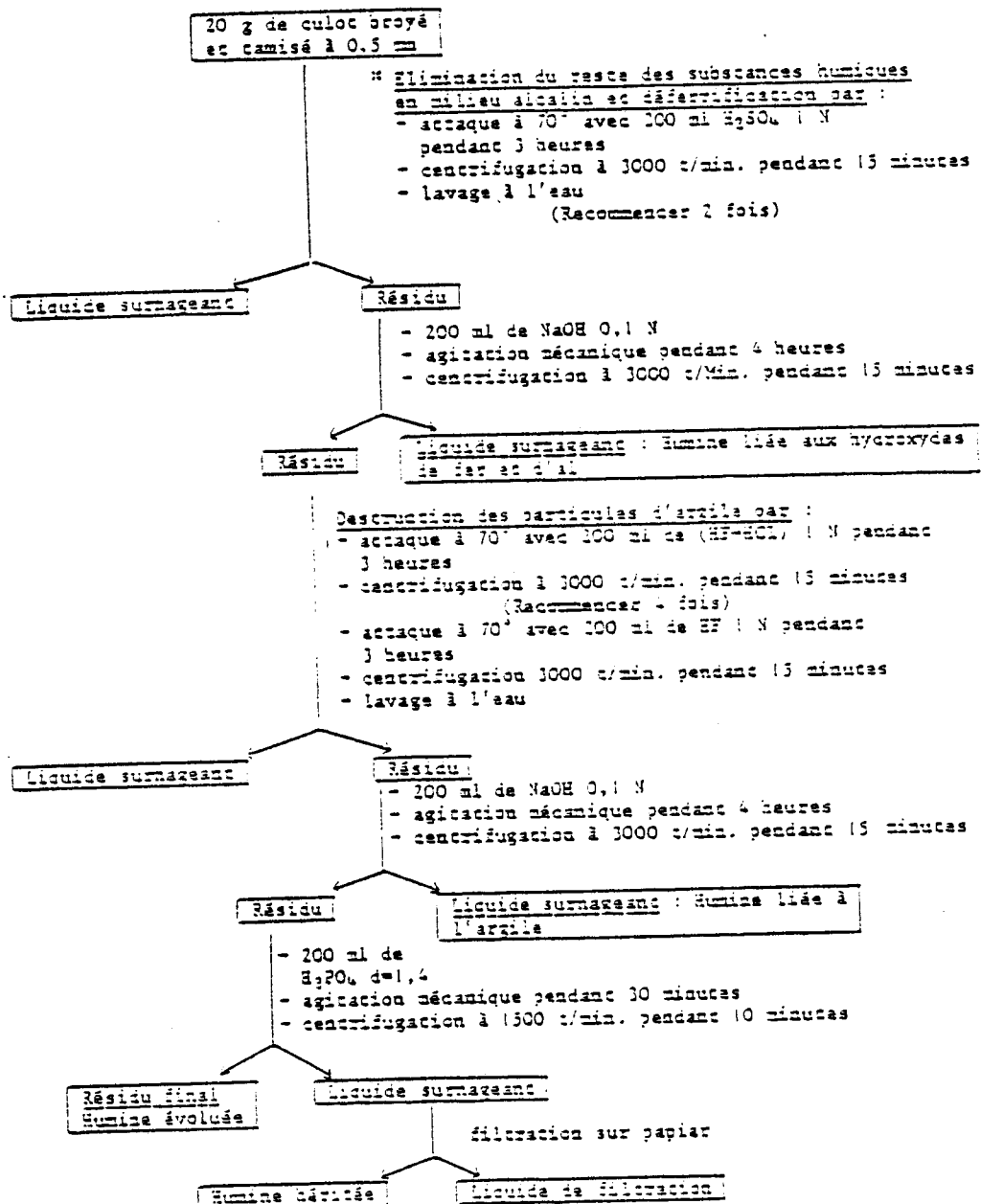
L'humine est la matière organique humifiée qui subsiste dans le résidu insoluble après toutes les extractions successives à froid. Plusieurs auteurs ont présenté des méthodes de séparation (DUCHAUFOR, PERRAUD, 1970 - VOLKOFF, 1977 cités par DABIN, 1980).

Généralement, les auteurs séparent trois types d'humine :

. L'humine héritée, proche des matières végétales en décomposition est séparée par densité sur le résidu ; selon DUCHAUFOR, 1976, citant TACON, 1970 et CHOULIARAS, 1976 "l'humine héritée est constituée de résidus ligneux fortement pigmentés en noir, caractéristiques des sols à ligninolyse ralentie ; la polycondensation des produits de rupture peut être extrêmement rapide, notamment lorsque le pH est peu acide, comme dans les sols carbonatés ; dans ces conditions, les polyphénols se polycondensent en composés noirs qui précipitent sur place et séquestrent ainsi les résidus ligneux".

. L'humine dite de précipitation ou d'insolubilisation est séparée par la soude après plusieurs prétraitements énergiques (acide sulfurique 2N à chaud, acide fluorhydrique et chlorhydrique N à chaud) ; ces prétraitements éliminent les hydroxydes et l'argile qui fixent l'humine d'insolubilisation. Cette humine est riche en produits aliphatiques et plus pauvre en acides carboxyliques que les A.H. directement solubilisables.

## SCHEMA DE FRACTIONNEMENT DE L'HUMINE



. L'humine évoluée ou humine résiduelle est le résidu carboné totalement insoluble dans tous les réactifs. Sa nature est pour l'instant peu connue : on pense qu'il est constitué de noyaux aromatiques très fortement polycondensés, pauvres en groupements fonctionnels. Les déterminations ont été effectuées sur des horizons de surface ; le schéma de fractionnement est exposé dans le tableau ci-après, les résultats obtenus (valeur absolue et relative sont reportés au tableau (14) et graphique (26) ).

Une première remarque s'impose quant à la détermination des différentes fractions de l'humine : il a été déterminé une autre fraction dite humine hydrolysable, qui représente en valeur absolue, comme en valeur relative, la différence de l'humine totale et des fractions énumérées ci-dessus. C'est une forme humifiée, intermédiaire entre la matière végétale en décomposition et l'humine héritée. Elle est proche de la lignine et se formerait aux dépens de l'humine héritée. En effet, dans ces sols les conditions pédoclimatiques sont particulières : régime hydrique favorable, humidité relativement plus longue, pH relativement peu acide en surface en raison de la présence du carbonate de calcium dans les profils ; C/N généralement peu élevé  $\leq 10$  en moyenne 7 à 8. L'activité biologique est en conséquence bonne et l'humification très rapide ne permet pas la formation préférentielle de l'humine héritée : ces conclusions sont contraires de celles obtenues avec les sols ferrugineux étudiés par PALLO (1981) dans la région de Fada N' Gourma. On peut toutefois expliquer cette différence par les conditions pédoclimatiques propres à chaque région. Le secteur étudié par nous est moins sec que celui étudié par PALLO. La sécheresse favorise le maintien de l'humine héritée dans les profils au détriment de l'humine hydrolysable, en ralentissant la biodégradation des premières molécules humiques formées : c'est ainsi que les C/N obtenus par cet auteur (13 à 15) sont plus élevés que les nôtres (8 à 10).

Le tableau (14) et le graphique (26) indiquent que les fractions de l'humine se répartissent de la manière suivante :

- dans tous les sols l'humine hydrolysable est toujours supérieure à 30 % de l'humine totale ;

Tab. 14 - LES DIFFÉRENTES FRACTIONS de l'HUMINE -

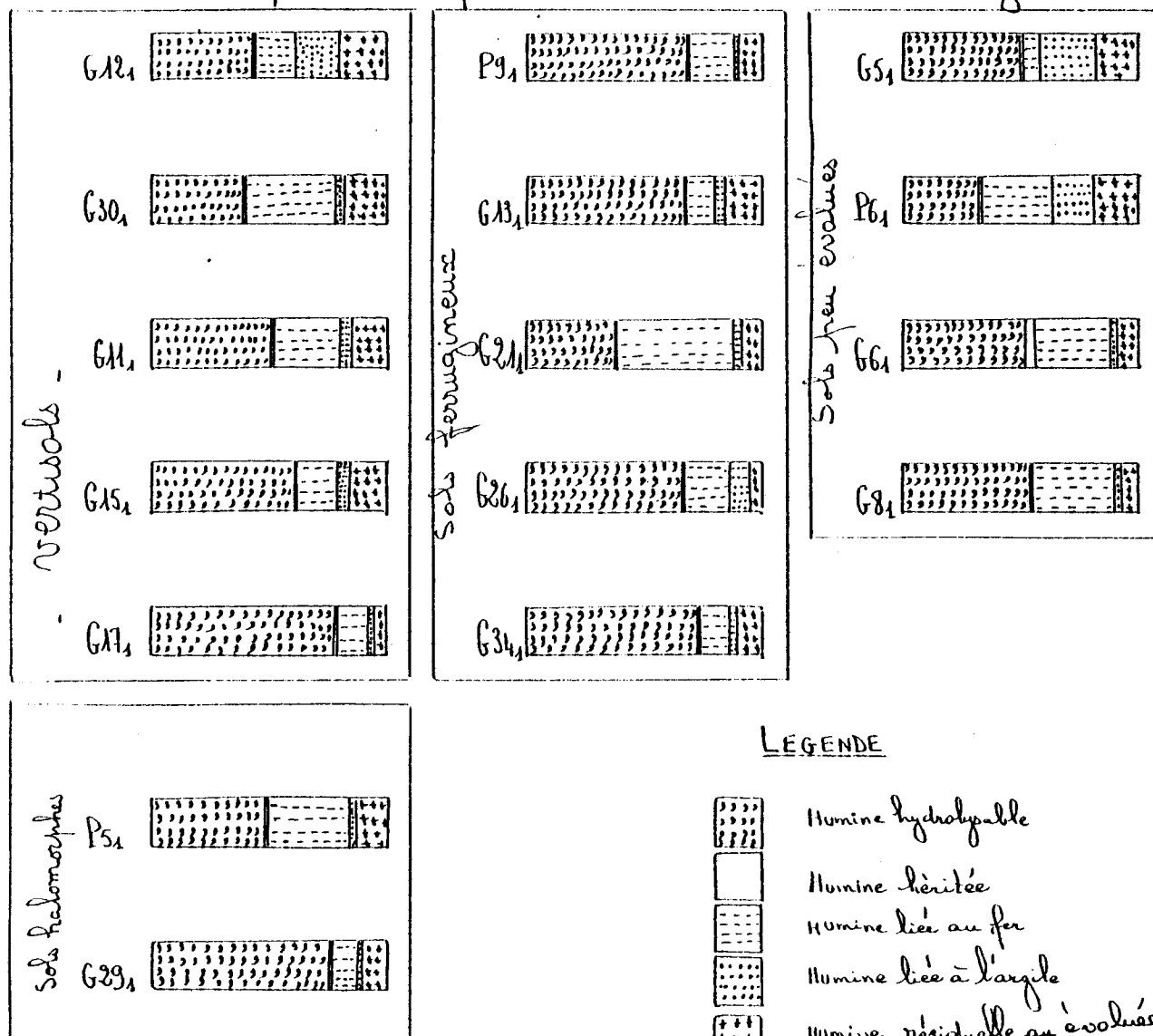
|                  | Echantillons     | Humine totale<br>c/100 | Humine dosée<br>absolue<br>c/100 | relative<br>% | Humine hydrolysable<br>absolue<br>c/100 | relative<br>% | Humine héritée<br>absolue<br>c/100 | relative<br>% | Humine liée au fer<br>absolue<br>c/100 | relative<br>% | Humine liée à l'argile<br>absolue<br>c/100 | relative<br>% | Humine résiduelle<br>absolue<br>c/100 | relative<br>% |
|------------------|------------------|------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|
| VERTISOLS        | G12 <sub>1</sub> | 0,85                   | 0,48                             | 56,5          | 0,37                                    | 43,5          | 0,004                              | 0,5           | 0,142                                  | 16,7          | 0,165                                      | 19,4          | 0,173                                 | 20,3          |
|                  | G30 <sub>1</sub> | 2,73                   | 1,70                             | 61,0          | 1,03                                    | 39,1          | 0,013                              | 0,5           | 1,03                                   | 39,1          | 0,122                                      | 4,4           | 0,478                                 | 17,1          |
|                  | G11 <sub>1</sub> | 2,36                   | 1,15                             | 48,7          | 1,21                                    | 51,3          | 0,019                              | 0,8           | 0,678                                  | 28,7          | 0,159                                      | 6,7           | 0,299                                 | 12,7          |
|                  | G15 <sub>1</sub> | 3,46                   | 1,35                             | 39,0          | 2,11                                    | 61,0          | 0,007                              | 0,2           | 0,592                                  | 17,1          | 0,185                                      | 5,3           | 0,562                                 | 16,2          |
|                  | G17 <sub>1</sub> | 2,52                   | 0,533                            | 21,1          | 1,987                                   | 78,8          | 0,007                              | 0,3           | 0,322                                  | 12,8          | 0,071                                      | 2,8           | 0,133                                 | 5,38          |
| SOLS HALOM.      | P5 <sub>1</sub>  | 3,38                   | 1,74                             | 51,5          | 1,64                                    | 48,5          | 0,03                               | 0,9           | 1,168                                  | 34,5          | 0,108                                      | 3,2           | 0,430                                 | 12,7          |
|                  | G29 <sub>1</sub> | 1,25                   | 0,30                             | 24,0          | 0,95                                    | 76,0          | 0,006                              | 0,5           | 0,146                                  | 11,7          | 0,022                                      | 1,7           | 0,123                                 | 10,2          |
| SOLS FERRUGINEUX | P9 <sub>1</sub>  | 2,90                   | 0,93                             | 32,1          | 1,97                                    | 67,9          | 0,014                              | 0,5           | 0,536                                  | 20,5          | 0,067                                      | 2,3           | 0,249                                 | 8,6           |
|                  | G13 <sub>1</sub> | 1,06                   | 0,35                             | 33,0          | 0,71                                    | 67,0          | 0,007                              | 0,7           | 0,123                                  | 11,6          | 0,038                                      | 3,6           | 0,184                                 | 17,4          |
|                  | G21 <sub>1</sub> | 2,40                   | 1,51                             | 62,9          | 0,89                                    | 37,1          | 0,006                              | 0,2           | 1,236                                  | 51,5          | 0,080                                      | 3,3           | 0,189                                 | 7,9           |
|                  | G26 <sub>1</sub> | 1,48                   | 1,49                             | 33,2          | 2,99                                    | 66,7          | 0,011                              | 0,2           | 0,844                                  | 18,8          | 0,432                                      | 9,6           | 0,206                                 | 4,6           |
|                  | G34 <sub>1</sub> | 1,47                   | 0,41                             | 27,9          | 1,06                                    | 72,1          | 0,005                              | 0,3           | 0,183                                  | 12,4          | 0,046                                      | 3,1           | 0,180                                 | 12,2          |
| SOLS peu EVOLUES | G5 <sub>1</sub>  | 3,53                   | 1,76                             | 49,8          | 1,77                                    | 50,1          | 0,047                              | 1,3           | 0,254                                  | 7,2           | 0,860                                      | 24,3          | 0,603                                 | 17,1          |
|                  | P6 <sub>1</sub>  | 6,37                   | 4,36                             | 68,4          | 2,01                                    | 34,5          | 0,058                              | 0,9           | 1,966                                  | 30,8          | 1,082                                      | 17,0          | 1,254                                 | 19,7          |
|                  | G6 <sub>1</sub>  | 1,87                   | 0,88                             | 47,0          | 0,99                                    | 52,9          | 0,07                               | 3,7           | 0,596                                  | 31,9          | 0,052                                      | 2,8           | 0,164                                 | 8,8           |
|                  | G8 <sub>1</sub>  | 3,09                   | 1,43                             | 46,3          | 1,66                                    | 53,7          | 0,029                              | 0,9           | 1,110                                  | 35,9          | 0,093                                      | 3,0           | 0,200                                 | 6,5           |

N.B. - Humine dosée = Σ c/100 des fractions de l'humine (H. hénitée + H. liée au fer + H. liée à l'argile + H. résiduelle)

- Humine hydrolysable = Humine totale - Humine dosée

- Humine en valeur relative =  $\frac{\text{c. de fraction de Humine considérée}}{\text{c. de Humine totale}} \times 100$

Fig. 26 - Répartition des fractions de l'humine dans les horizons de surface -



- l'humine héritée est toujours inférieure à 1 %, exception faite de l'échantillon G6<sub>1</sub> (sableux) où cette fraction est proche de 4 % ; la prédominance de l'humine hydrolysable sur l'humine héritée est déjà expliquée dans la remarque ci-dessus ;
- les autres formes d'humine (liée au fer ou à l'argile) varient en fonction du type de sol.

Ainsi, dans les vertisols, l'humine liée au fer et à l'aluminium varie de 12,7 % à 39,1 % ; celle liée à l'argile est en général moins représentée ; l'humine résiduelle est en général supérieure à 12 %.

- dans les sols halomorphes, l'humine liée au fer varie entre 11,7 à 34,5 %, l'humine liée à l'argile est inférieure à 4 % l'humine résiduelle tourne aux environs de 10 % ;
- dans les sols ferrugineux, l'humine hydrolysable occupe en général les 2/3 de l'humine totale ; ensuite c'est l'humine liée au fer et à l'aluminium qui vient en second rang ; l'humine évoluée n'excède pas en général 12 % ;
- dans les sols peu évolués : l'humine hydrolysable occupe en général la moitié de l'humine totale et est mieux représentée dans les types sableux que les types limoneux, l'humine liée à l'argile est plus élevée dans les sols limoneux aussi bien en valeur absolue qu'en valeur relative ; ce sont les sols qui ont également le plus d'humine résiduelle.

En général, dans l'ensemble de ces sols c'est l'humine héritée et l'humine résiduelle qui occupent les plus faibles proportions : ceci est dû au fait que la biodégradation très rapide des matières végétales ne permet pas leur formation. La faible proportion de la fraction liée aux argiles dans la plupart des sols est due à la forte teneur de la fraction sableuse en surface.

La fraction prédominante est l'humine hydrolysable qui, plus fragile que l'humine héritée et précédant celle-ci dans le schéma de formation des humus tropicaux, passe en solution dans les extraits à l'acide sulfurique (milieu difficilement dosable).

## 6.- Fractionnement des acides humiques par électrophorèse sur papier.

### . Principe.

La séparation des groupes d'acides humiques par électrophorèse sur papier actuellement utilisée à Bondy est basée sur le principe suivant : migration des particules d'acides humiques sous une tension de 10 V cm et séparation en fonction de leur mobilité plus ou moins grande.

Cette mobilité est en liaison avec la taille des molécules et également avec leur pouvoir de fixation sur les fibres du papier.

Les acides "humiques gris" à grosse molécule, très fortement liés à l'argile sont les moins mobiles, "les acides humiques bruns" à molécule plus petite et à taux d'oxydation élevé, migrent fortement. Entre les deux groupes, restent les "acides humiques intermédiaires".

Après observation des bandes, on fait des lectures à trois longueurs d'onde (lumière verte, blanche et rouge) dans le densitomètre optique.

L'obtention des pics d'électrophorèse et des courbes d'intégration correspondantes permet d'une part de délimiter les différentes fractions d'acides humiques et d'autre part de calculer le rapport des densités optiques ( $E = \frac{625}{512}$ ), les longueurs d'onde 625 nm correspondent aux filtres rouges et 512 nm aux filtres verts.

Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau 15, pour la partie concernant le pourcentage des différentes fractions des acides humiques et les rapports de densité optique, les électrophorégrammes sont reportés dans les figures (27 à 30).

### Les électrophorégrammes.

Dans tous les profils les "acides humiques gris" prédominent les deux autres groupes d'A.H. (tableau ). Dans certains profils où l'on a pu effectuer le fractionnement de la surface en profondeur on .



Tab. 15 - Résultats de la séparation des acides humiques par électrophorèse sur papier.

|                     |                  |               | 0/0 Acides humiques Pige<br>(AHP) |                 |                  | 0/0 Acides humiques poutle<br>(AHS) |                 |                  | Rapport des DO :<br>$E = \frac{625}{512}$ |      |      |      |
|---------------------|------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------------|------|------|------|
|                     | Echantillons     | Prof.<br>(cm) | AHGis<br>(AHG)                    | AH.Inh<br>(AHI) | AH.Brui<br>(AHB) | AHGis<br>(AHG)                      | AH.Inh<br>(AHI) | AH.Brui<br>(AHB) | AHP                                       |      | AHS  |      |
|                     |                  |               |                                   |                 |                  |                                     |                 |                  | AHG                                       | AHB  | AHG  | AHB  |
| Vertisols           | G11 <sub>1</sub> | 0-20          | 62,5                              | 12,5            | 25               | -                                   | -               | -                | 0,68                                      | 0,50 | -    | -    |
|                     | G12 <sub>1</sub> | 0-20          | 71                                | 12              | 17               | -                                   | -               | -                | 0,59                                      | 0,58 | -    | -    |
|                     | G17 <sub>1</sub> | 0-15          | 71                                | 11,5            | 17,5             | -                                   | -               | -                | 0,65                                      | 0,54 | -    | -    |
|                     | G30 <sub>1</sub> | 0-20          | 69                                | 11              | 20               | 77                                  | 8               | 15               | 0,63                                      | 0,46 | 0,62 | 0,45 |
| Sols<br>halom.      | PS <sub>1</sub>  | 0-25          | 72,5                              | 12              | 15,5             | -                                   | -               | -                | 0,70                                      | 0,58 | -    | -    |
|                     | PS <sub>2</sub>  | 30-50         | 67,5                              | 12,5            | 20               | -                                   | -               | -                | 0,67                                      | 0,46 | -    | -    |
| Sols<br>ferugineux  | G13 <sub>1</sub> | 0-20          | 72,5                              | 11              | 16,5             | 68,0                                | 13,5            | 18,5             | 0,67                                      | 0,66 | 0,69 | 0,60 |
|                     | G21 <sub>1</sub> | 0-15          | 69                                | 12              | 19               | -                                   | -               | -                | 0,66                                      | 0,51 | -    | -    |
|                     | G21 <sub>2</sub> | 40-50         | 64                                | 13              | 23               | -                                   | -               | -                | 0,62                                      | 0,34 | -    | -    |
|                     | P9 <sub>1</sub>  | 0-10          | 66,5                              | 13,5            | 20               | 78,5                                | 7,5             | 14               | 0,67                                      | 0,50 | 0,65 | 0,86 |
|                     | P9 <sub>2</sub>  | 20-40         | -                                 | -               | -                | 68°                                 | 10,5            | 21,5             | -                                         | -    | 0,68 | 0,43 |
|                     | G26 <sub>1</sub> | 0-10          | 64,5                              | 11              | 24,5             | 75,5                                | 7,5             | 17               | 0,70                                      | 0,56 | 0,70 | 0,70 |
|                     | G34 <sub>1</sub> | 0-15          | 65                                | 12,5            | 22,5             | -                                   | -               | -                | 0,65                                      | 0,50 | -    | -    |
| Sols<br>peu évolués | G5 <sub>1</sub>  | 0-30          | 74                                | 10              | 16               | 74,5                                | 10              | 15,5             | 0,69                                      | 0,50 | 0,65 | 0,60 |
|                     | G5 <sub>2</sub>  | 30-80         | 75                                | 11              | 14               | -                                   | -               | -                | 0,68                                      | 0,47 | -    | -    |
|                     | *G5 <sub>3</sub> | 0-20          | 66                                | 11,5            | 22,5             | -                                   | -               | -                | 0,67                                      | 0,51 | -    | -    |
|                     | P6 <sub>1</sub>  | 0-20          | 76                                | 8               | 16               | 75,5                                | 10              | 14,5             | 0,67                                      | 0,56 | 0,65 | 0,42 |
|                     | P6 <sub>2</sub>  | 20-60         | 74                                | 11              | 15               | 78,5                                | 8,5             | 13               | 0,53                                      | 0,52 | 0,67 | 0,47 |
|                     | P6 <sub>3</sub>  | 60-90         | 65,5                              | 12              | 22,5             | -                                   | -               | -                | 0,68                                      | 0,60 | -    | -    |
|                     | G8 <sub>1</sub>  | 0-20          | 70                                | 11              | 19               | 74,5                                | 7,5             | 18               | 0,66                                      | 0,43 | 0,66 | 0,38 |
|                     | G8 <sub>2</sub>  | 20-50         | 72                                | 10              | 18               | -                                   | -               | -                | 0,69                                      | 0,47 | -    | -    |
|                     | *G5 <sub>3</sub> | 100-124       | 73                                | 11              | 16               | -                                   | -               | -                | 0,67                                      | 0,50 | -    | -    |

remarque une diminution des A.H.G. et parallèlement une augmentation des A.H.B.. Le rapport des densités optiques augmente toujours des A.H.B. aux A.H.G. (traduisant une élévation du degré de polymérisation des molécules humiques).

a) Les vertisols.

Les données ne concernent que les horizons de surface les A.H.G. des extraits pyro varient entre 62,5 % et 71 %. Les A.H.B. ENTRE 17 % et 25 %. Les A.H.I. varient peu 11-12 %. Les acides humiques gris sont plus élevés dans l'extrait soude que dans l'extrait pyro dans l'échantillon G30<sub>1</sub> (77 % contre 69 %).

Le rapport des densités optiques (D.O.)  $E = \frac{625}{512}$  augmente des A.H.B. aux A.H.G. ; les extrêmes étant de 0,46 à 0,58 pour les A.H.B. et de 0,59 à 0,68 pour les A.H.G.

b) Les sols halomorphes.

Le fractionnement n'a été possible que dans le profil sablo-limoneux, humifère en surface.

Les A.H.G. diminuent de la surface en profondeur au profil des A.H.B. qui passent de 15 % à 20 %.

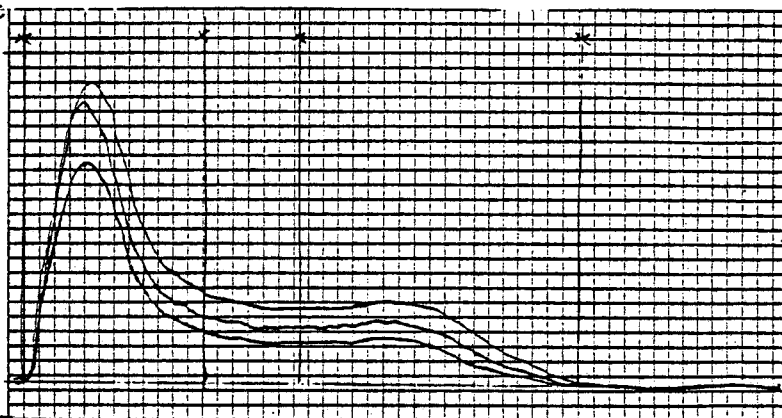
Le pic des A.H.G. paraît homogène en surface (P51), comme dans les vertisols, à partir du P5<sub>2</sub> (30-50 cm), il y a un léger dédoublement correspondant à la présence d'A.H.G. peu mobile. Le rapport des densités varie de

Le rapport des densités optiques varie de 0,46 à 0,58 pour les A.H.B. et de 0,67 à 0,70 pour les A.H.G..

Fig. 27 - Electrophorégrammes des vertisols.

Prof. (cm) Extrait

0-20 Pyro



A.H. GRIS : 62,5%

A.H. INTERM. : 12,5%

A.H. BRUNS : 25%

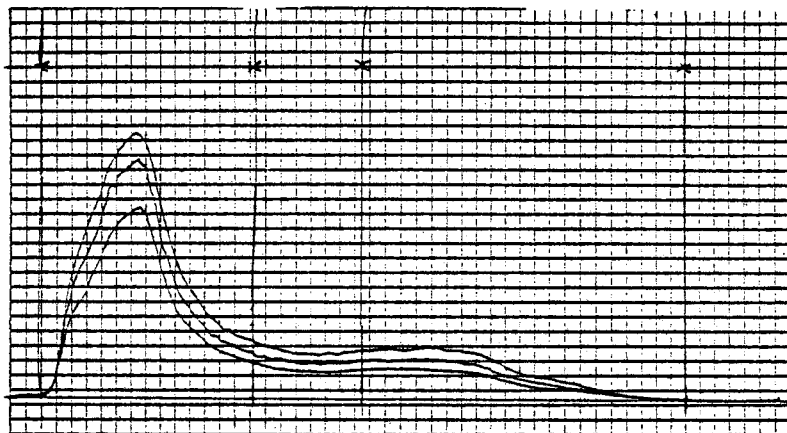
Rapport des D.O

A.H. G : 0,68

A.H.B : 0,50

Profil G11

0-20 Pyro



A.H. GRIS : 71%

A.H. INTERM. : 12%

A.H. BRUNS : 17%

Rapport des D.O

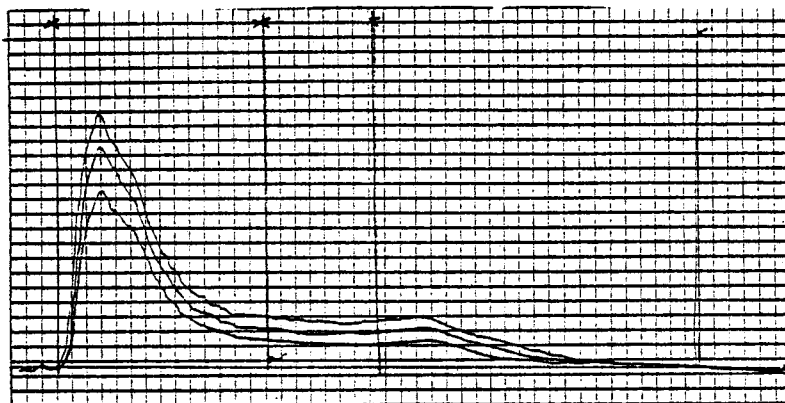
A.H. G : 0,59

A.H.B : 0,58

Profil G12

0-15

Pyro



A.H. GRIS : 71%

A.H. INTERM. : 11,5%

A.H. BRUNS : 17,5%

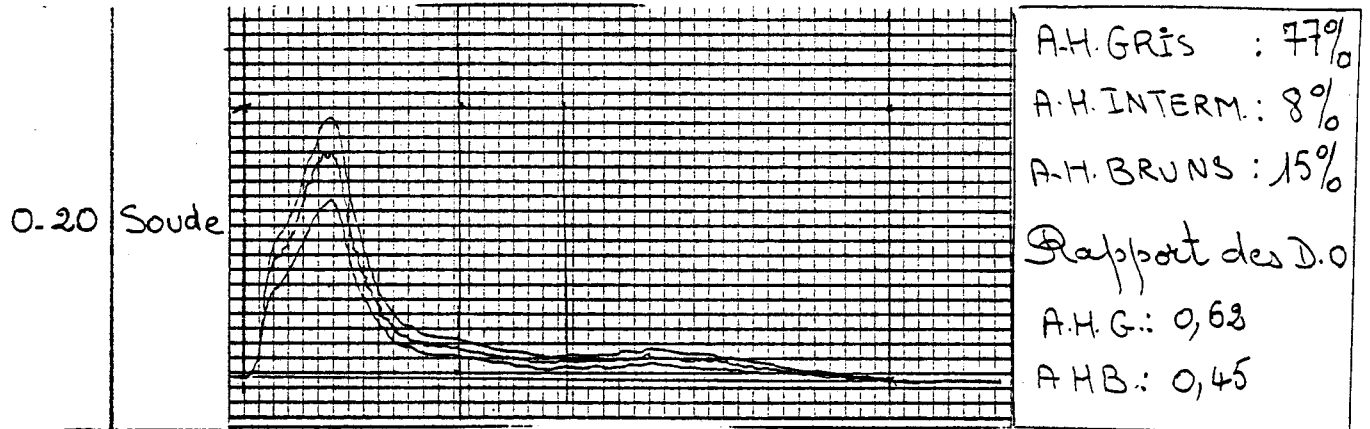
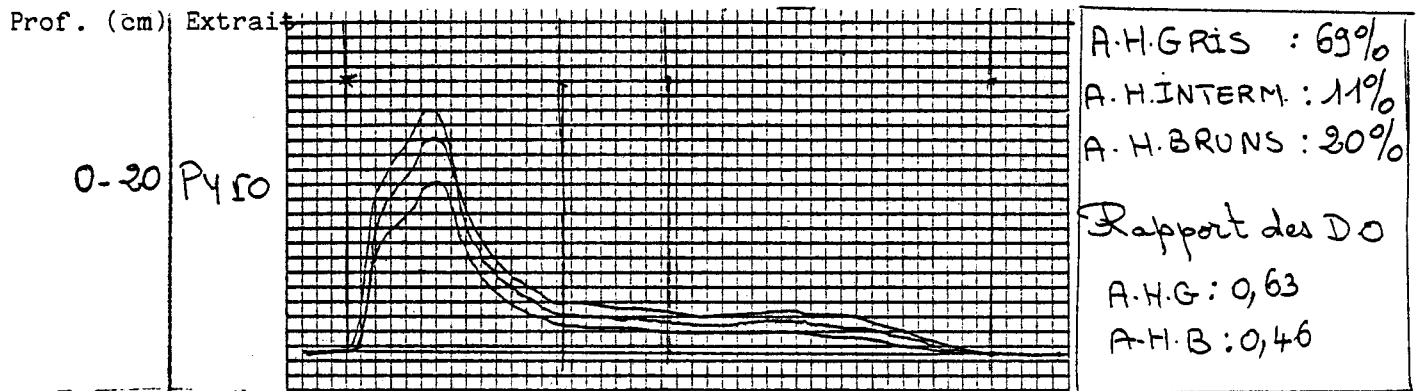
Rapport des D.O

A.H. G : 0,65

A.H.B : 0,54

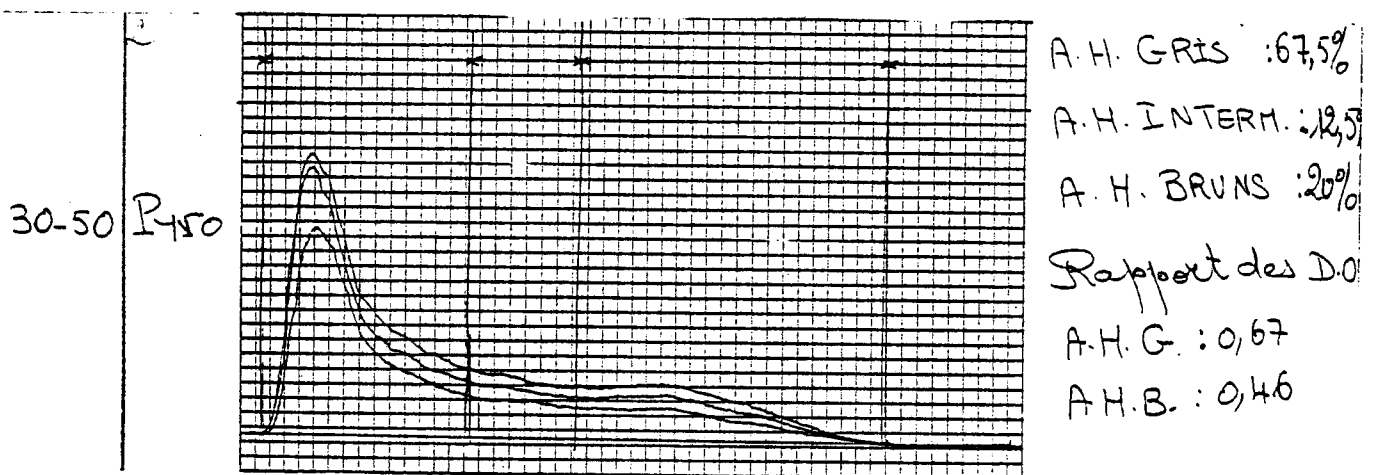
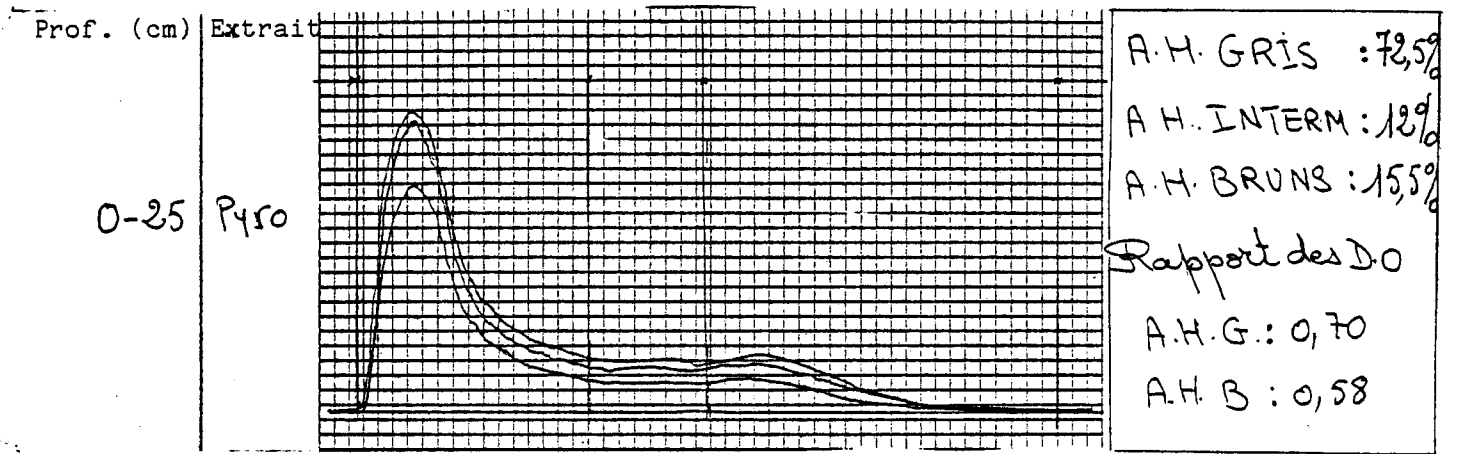
Profil G17

Fig. 27bis - Electrophorégrammes des vertisols (suite).



Profil G30

Fig. 28 - Electrophorégrammes des sols halomorphes.



Profil P5

## c) Les sols ferrugineux.

En surface, les A.H.G. varient entre 64,5 % et 72,5 %. Ces teneurs semblent être en relation avec le type d'occupation du sol : les A.H.G. sont plus importants dans les sols sans culture (G13) que dans les sols non cultivés (G26). Les pics d'A.H.G. présentent dans l'ensemble une homogénéité, sauf pour ce qui concerne les échantillons G26<sub>1</sub>, P9<sub>1</sub> et G34<sub>1</sub>.

La proportion des A.H.G. dans les extraits soude est supérieure à celle dans les extraits pyro.

Pour les extraits pyro : les rapports des D.O. varient entre 0,62-0,70 dans les A.H.G., et 0,34-0,66 dans les A.H.B.. Pour les extraits soude : ces rapports sont de 0,65-0,69 dans les A.H.G. et atteignent 0,70-0,86 dans les A.H.B..

## d) Les sols peu évolués.

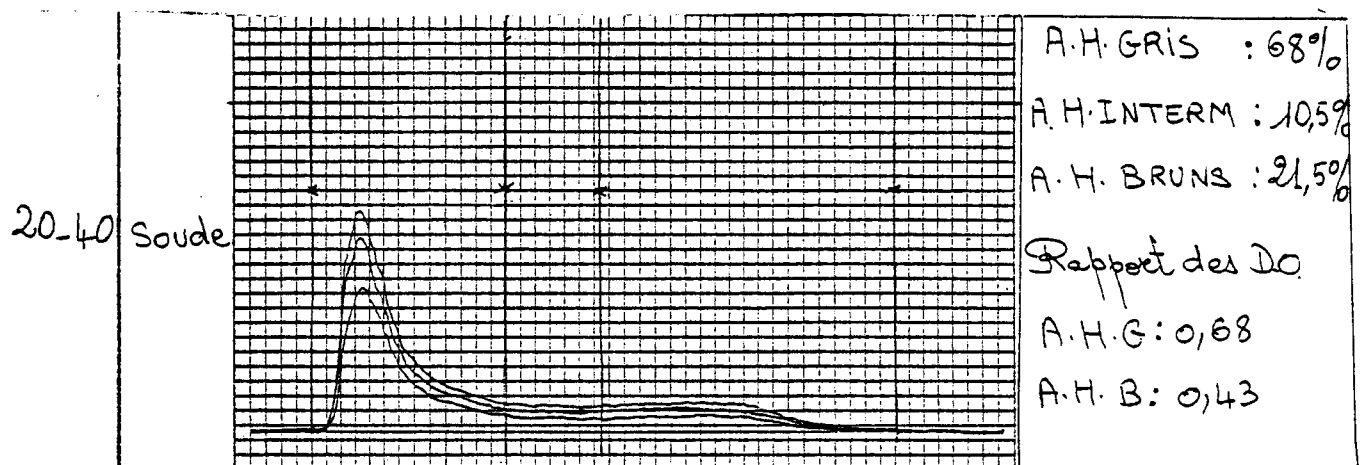
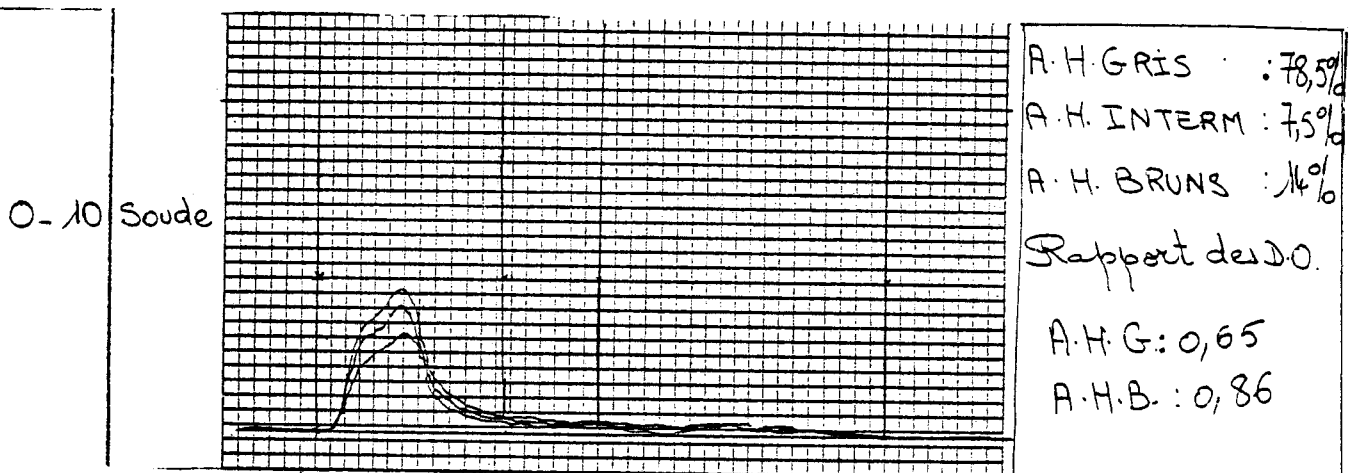
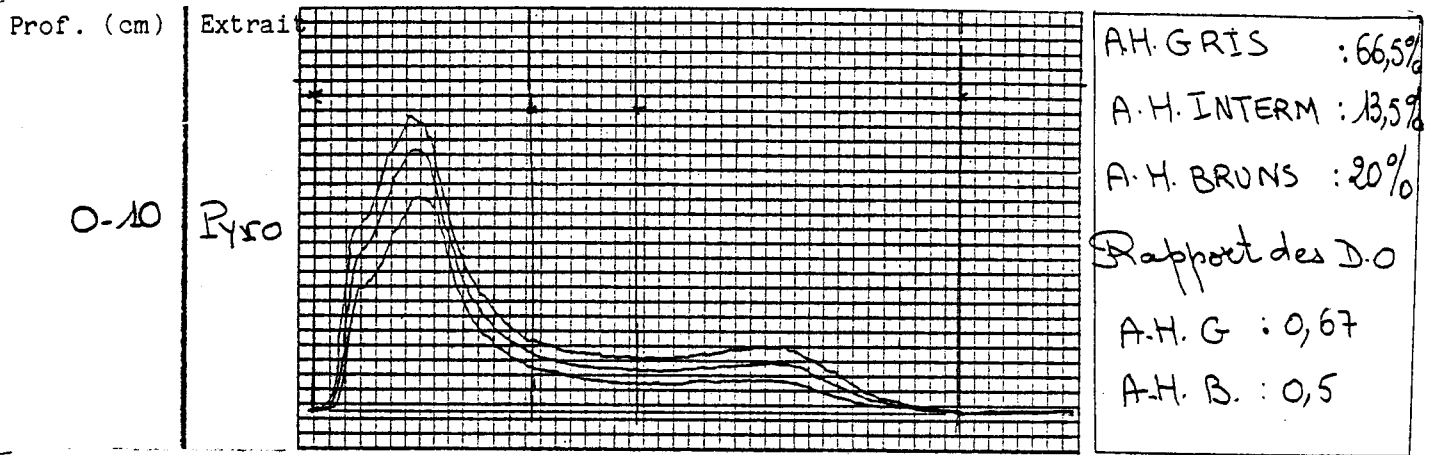
En surface, les A.H.G. pyro ou soude des sols limoneux sont supérieurs à ceux des sols sableux (76 % contre 66 % indiquant le rôle de la texture dans cette prédominance ; les A.H.G. varient autour de 66-69 %, les A.H.I. de 10-11 % et les A.H.B. 15-22 %.

Les électrophorégrammes montrent une ébauche d'un double pic dans certains horizons de profondeur (P6<sub>2p</sub>, 10-60 cm). Il existe dans ces sols une forme d'acide humique immobile, moins oxydée et une forme d'acide humique peu mobile et plus oxydée, dues à l'alternance d'hydromorphie et de dessiccation.

Pour les extraits pyro : les rapports de D.O. tournent autour de 0,67-0,69 dans les A.H.G. et 0,47-0,52 dans les A.H.B.

Pour les extraits soude, ces rapports sont de 0,65-0,67 dans les A.H.G. et 0,38-0,60 dans les A.H.B.

Fig. 29 - Electrophorégrammes des sols ferrugineux.

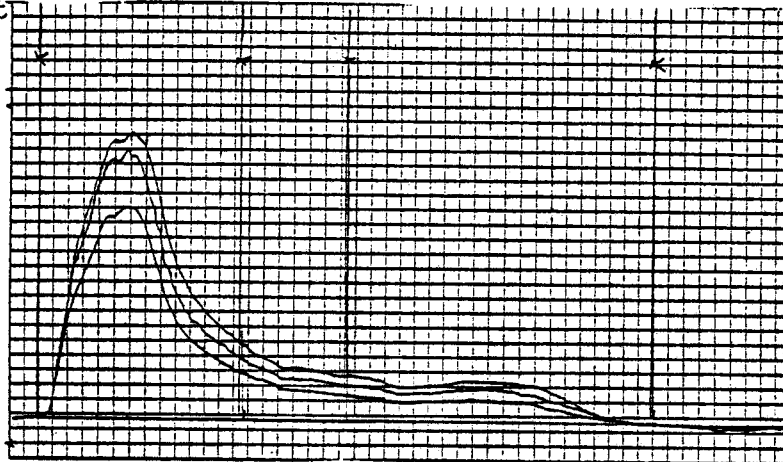


Profil Pg

Fig. 29bis - Electrophorégrammes des sols ferrugineux (suite).

Prof. (cm) Extrait

0-20 Pyro

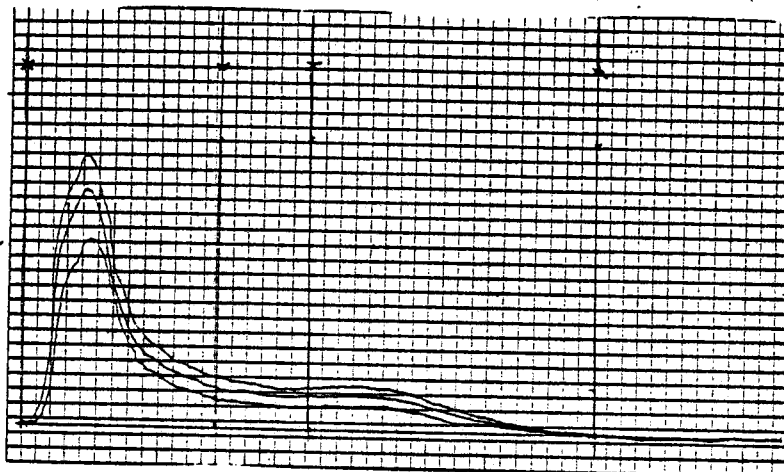


A.H. GRIS : 72,5%  
 A.H. INTERM. : 11%  
 A.H. BRUNS : 16,5%

Rapport des D.O

A.H.G : 0,67  
 A.H.B : 0,66

0-20 Soude



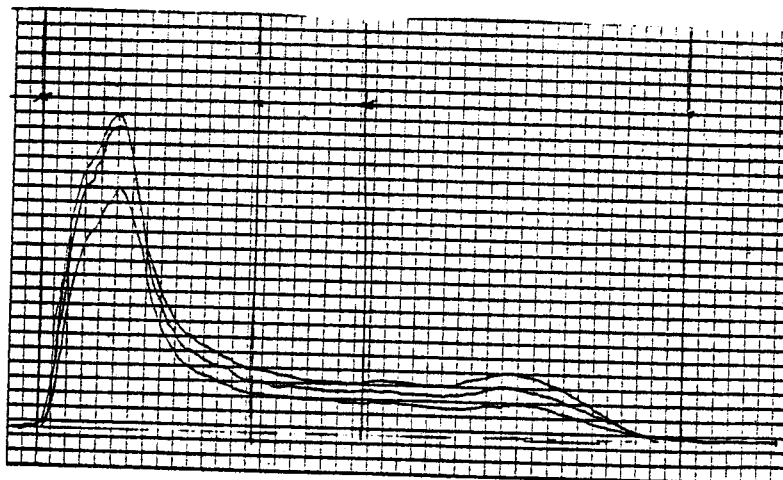
A.H. GRIS : 68%  
 A.H. INTERM. : 13,5%  
 A.H. BRUNS : 18,5%

Rapport des D.O

A.H.G : 0,69  
 A.H.B : 0,60

Profil G13

0-10 Pyro

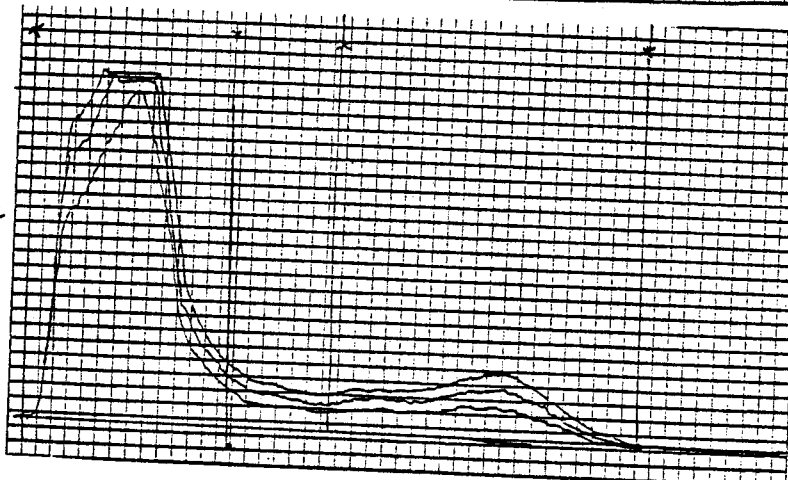


A.H. GRIS : 64,5%  
 A.H. INTERM. : 11%  
 A.H. BRUNS : 24,5%

Rapport des D.O

A.H.G. : 0,70  
 A.H.B. : 0,56

0-10 Soude



A.H. GRIS : 75,5%  
 A.H. INTERM. : 7,5%  
 A.H. BRUNS : 17%

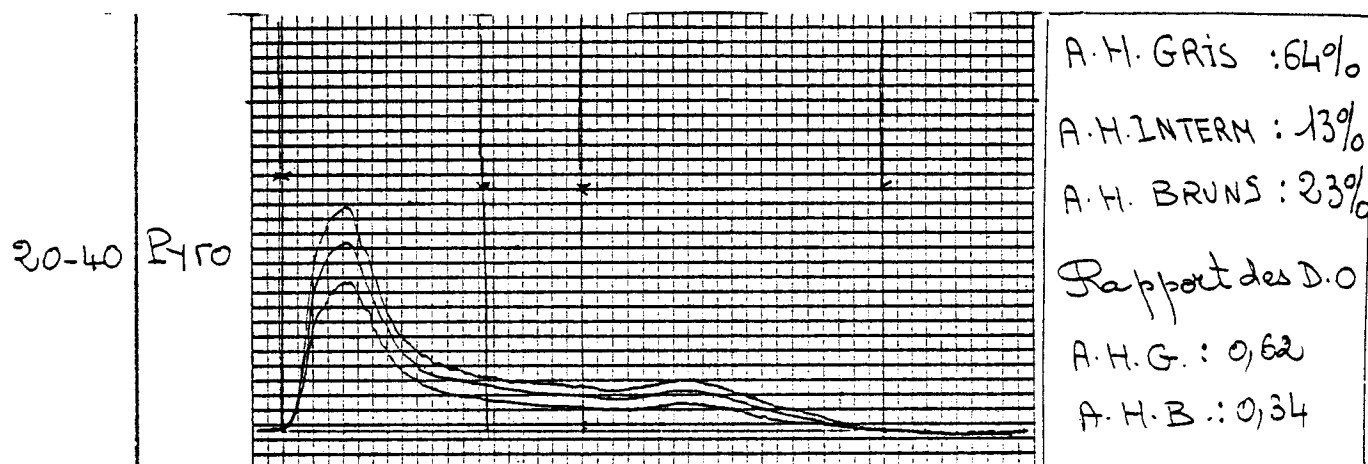
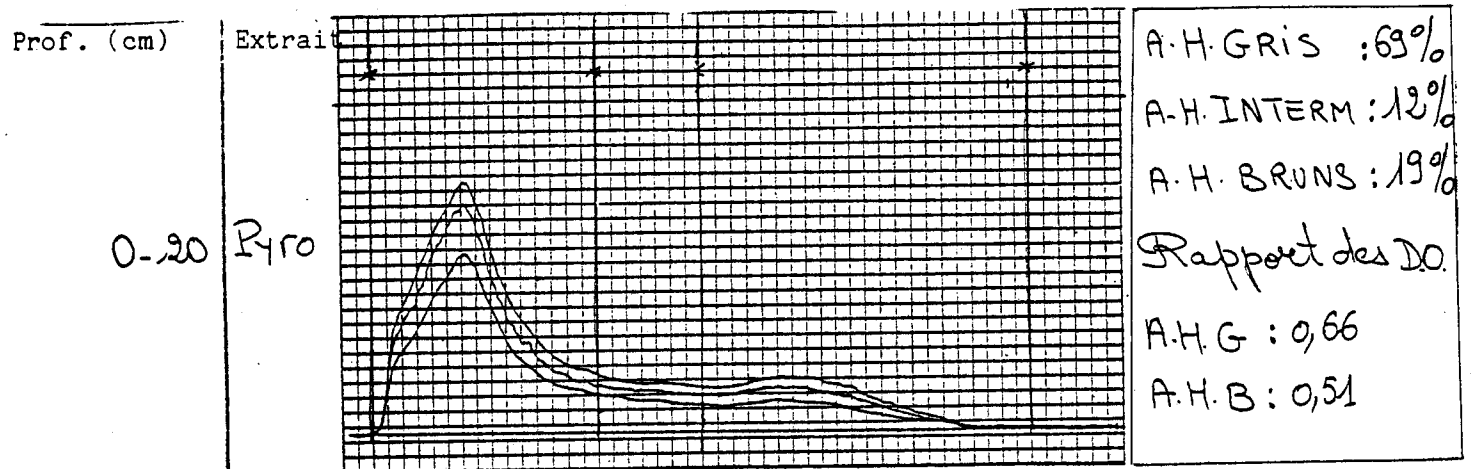
Rapport des D.O

A.H.G : 0,70  
 A.H.B : 0,70

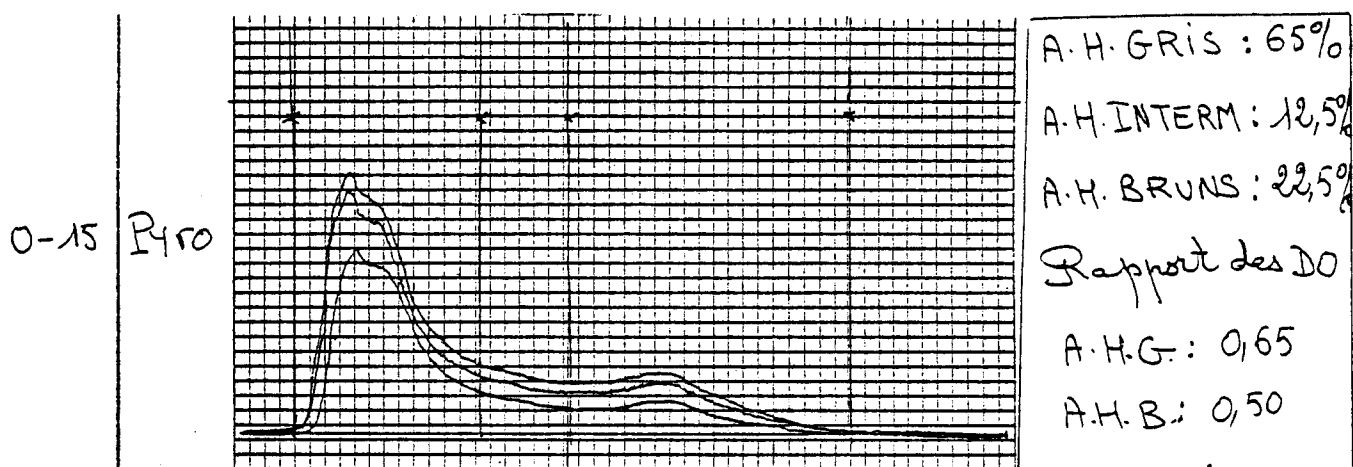
Profil G26



Fig. 29ter - Electrophorégrammes des sols ferrugineux (suite).



Profil G21



Profil G34

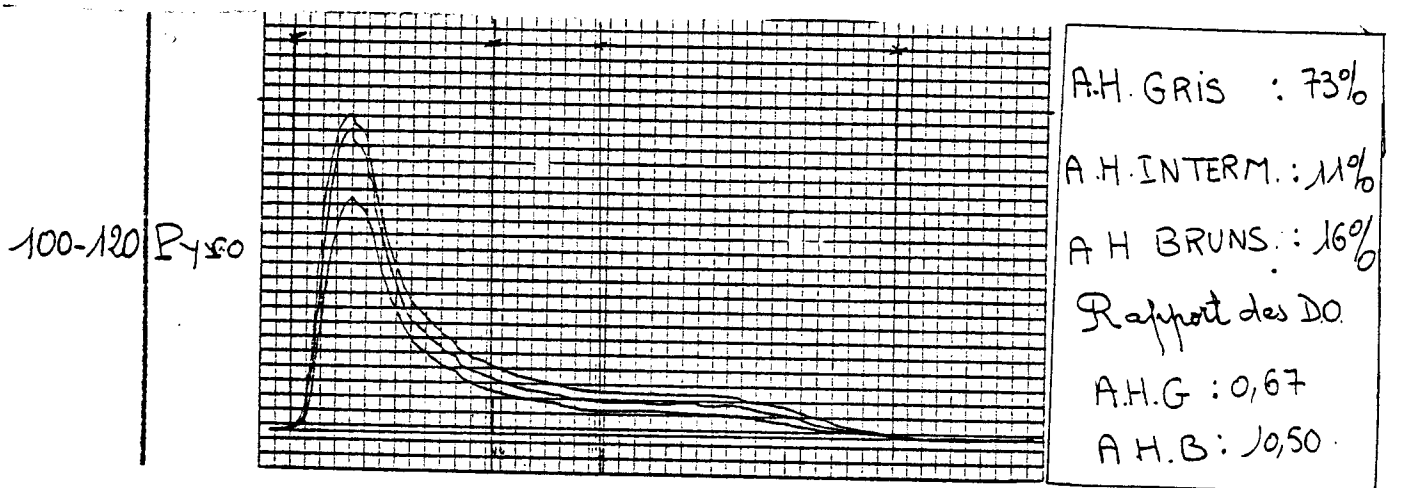
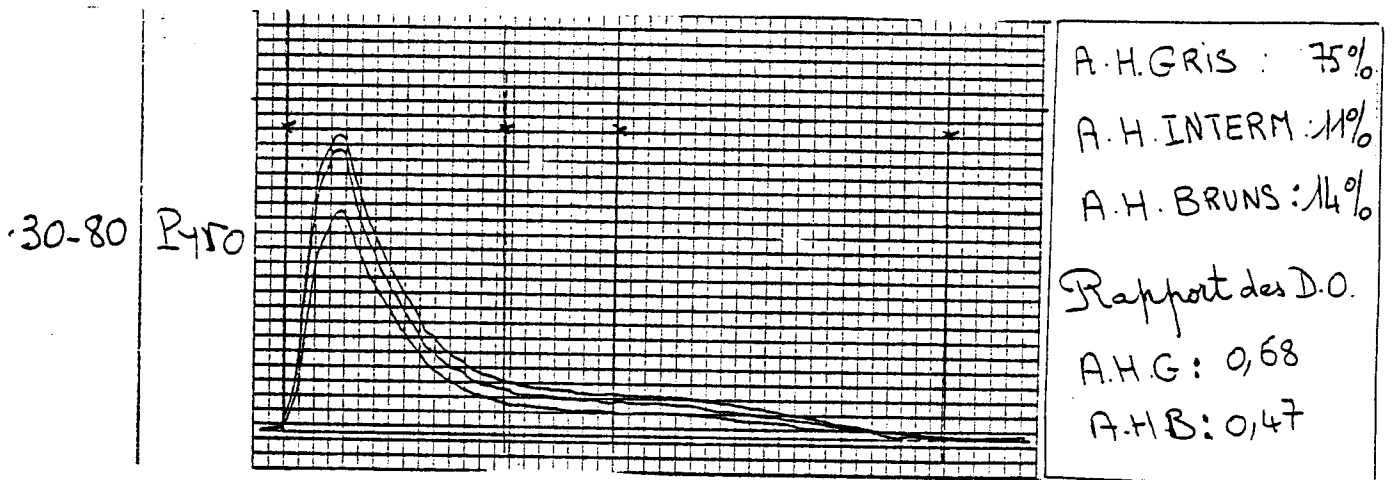
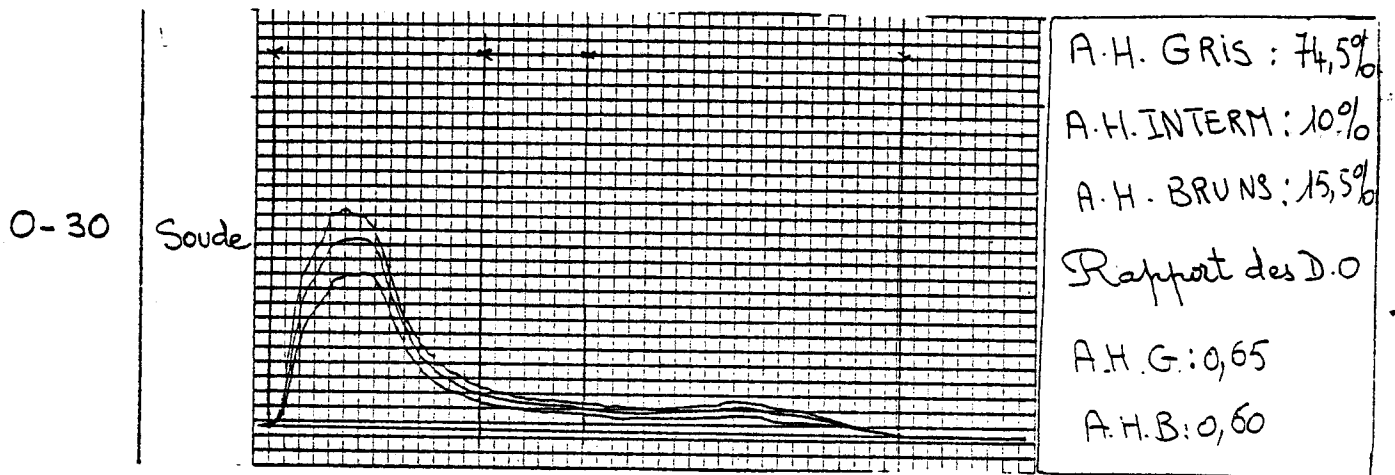
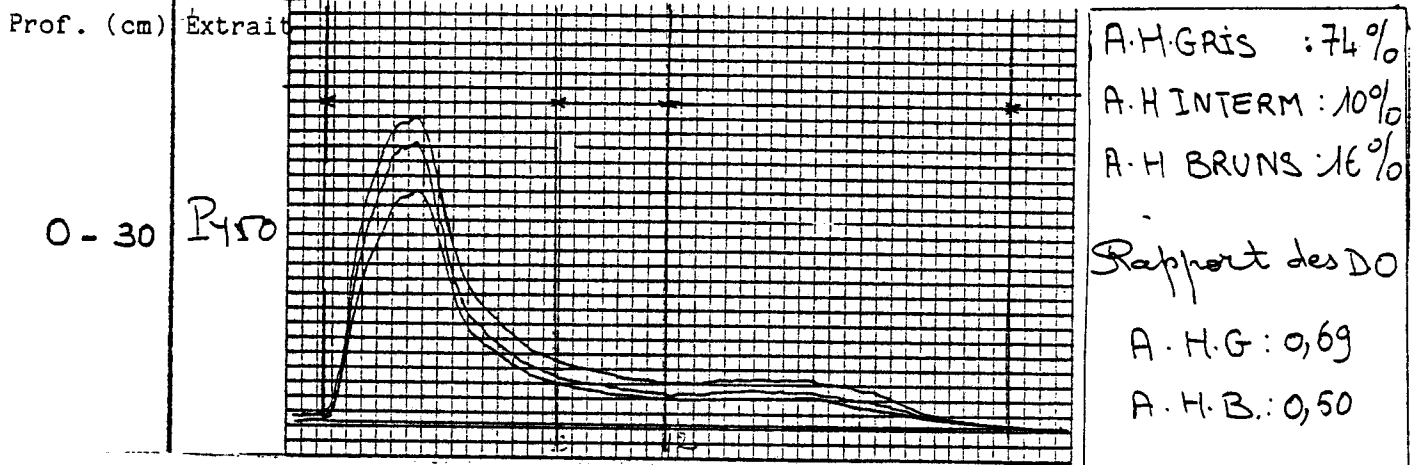
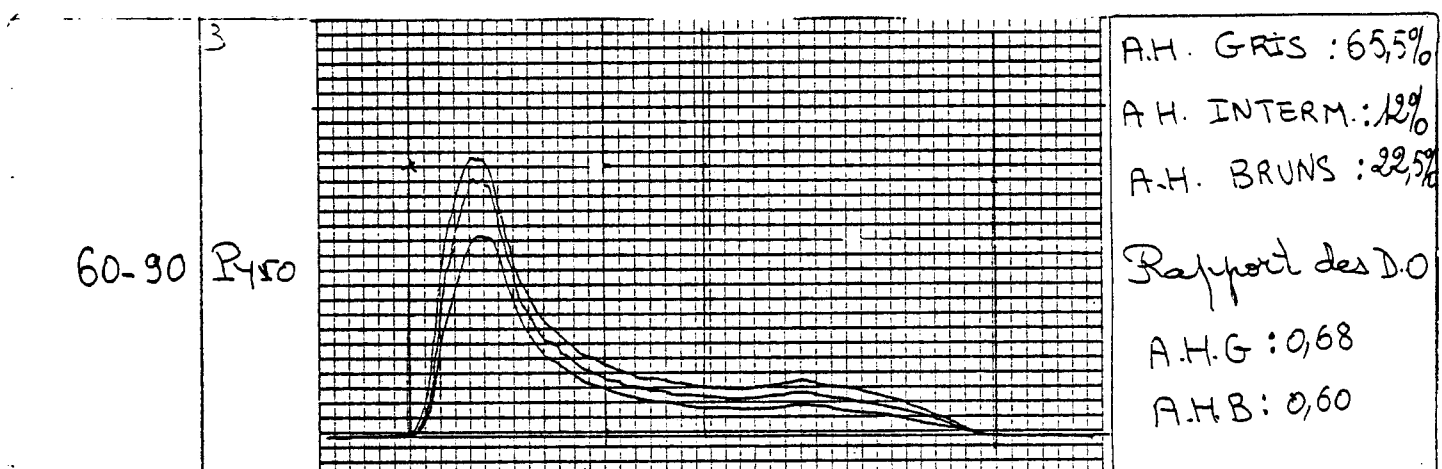
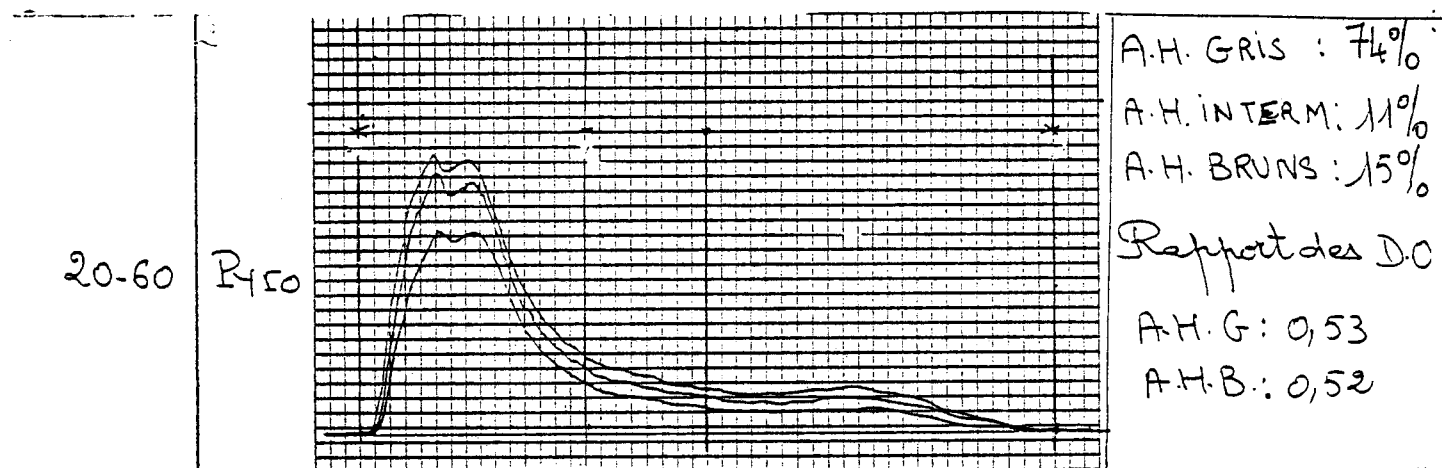
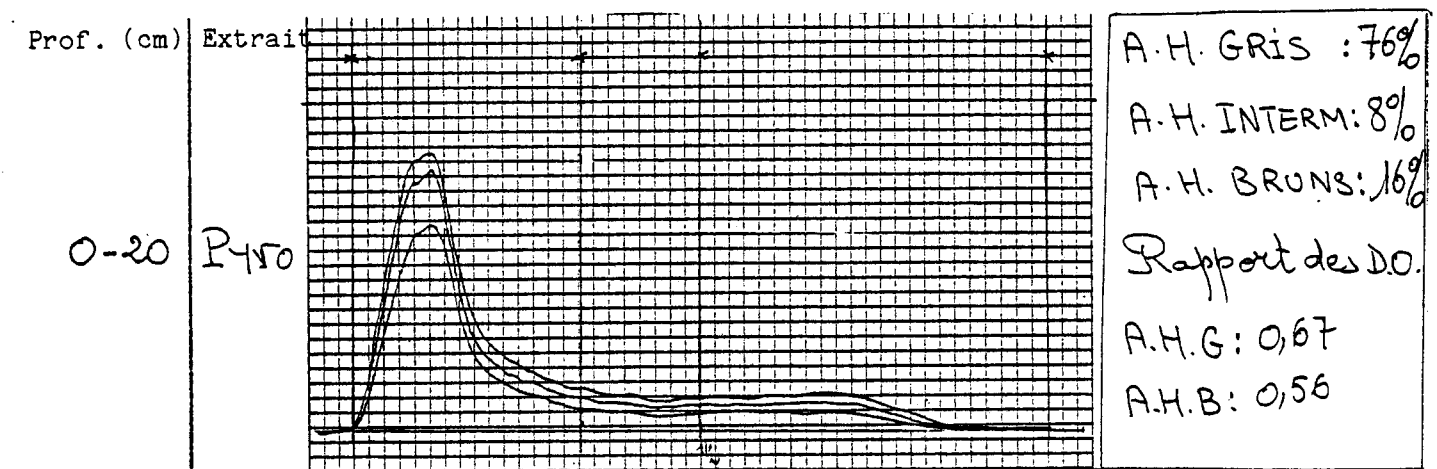
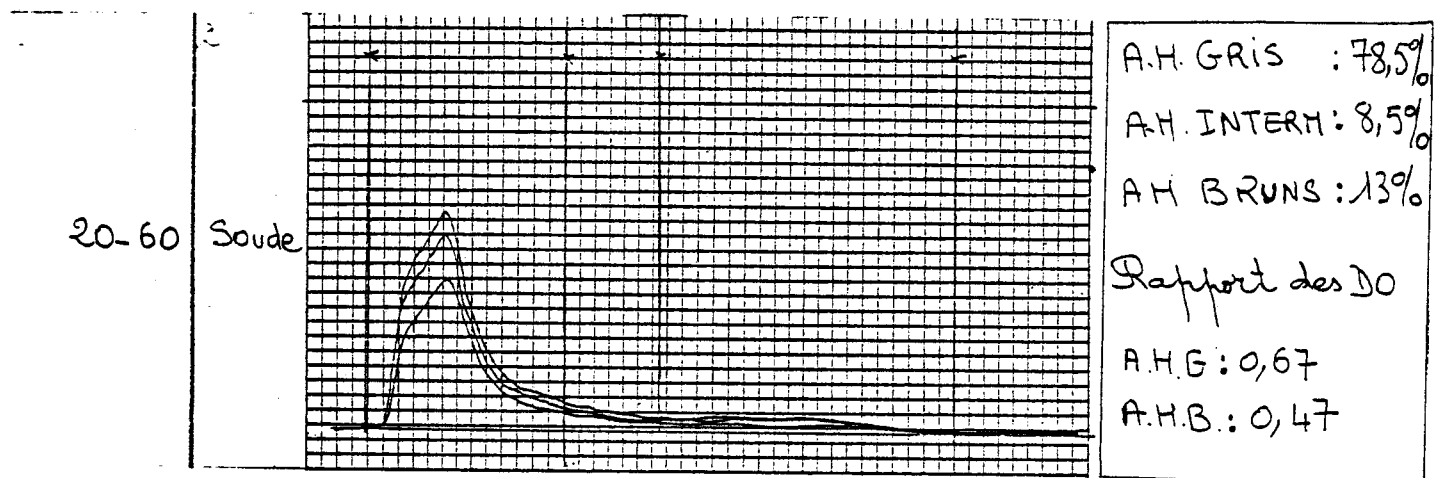
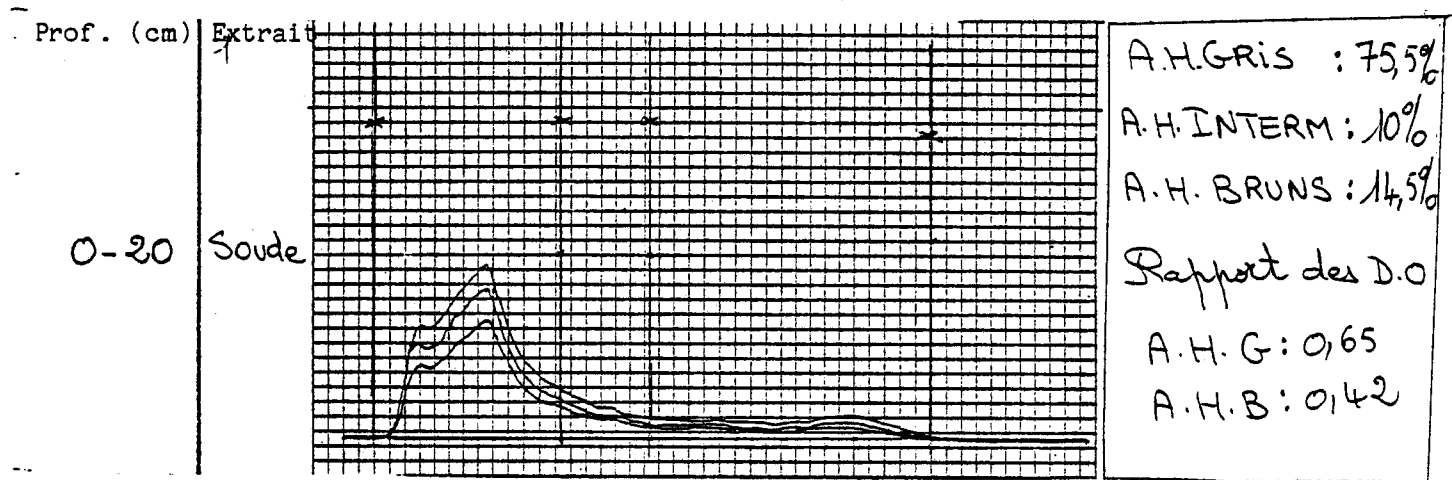
Fig. 30<sub>a</sub> - Electrophorégrammes des sols peu évolués.

Fig. 30b - Electrophorégrammes des sols peu évolués (suite).



Profil P6

Fig. 30 c - Electrophorégrammes des sols peu évolués (suite).

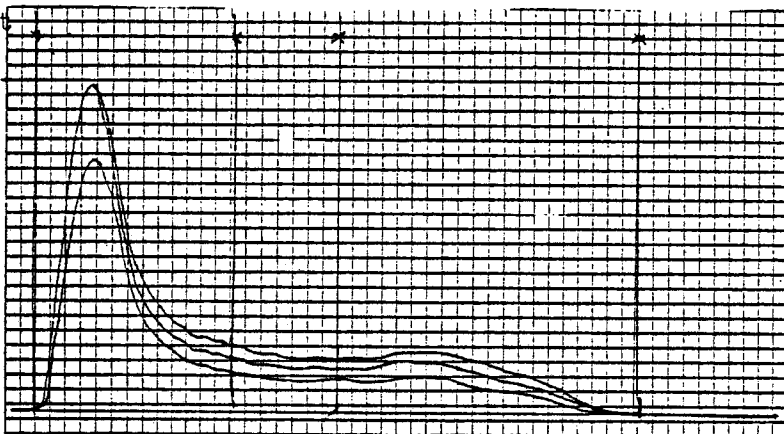


Profil P6

Fig. 30 d - Electrophorégrammes des sols peu évolués (suite).

Prof. (cm) Extrait

0-20 Pyro



A.H. GRIS : 66%

A.H. INTERM.: 11,5%

A.H. BRUNS : 22,5%

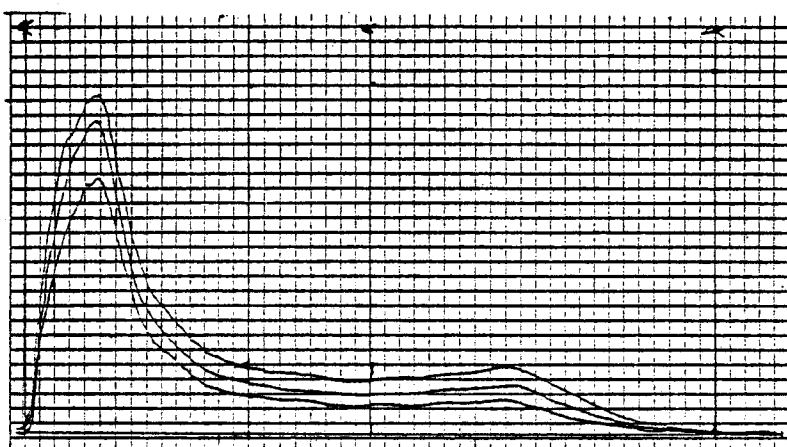
Rapport des D.O

-A.H.G : 0,67

-A.H.B : 0,51

Profil G6

0-20 Pyro



A.H. GRIS : 70%

A.H. INTERM.: 11%

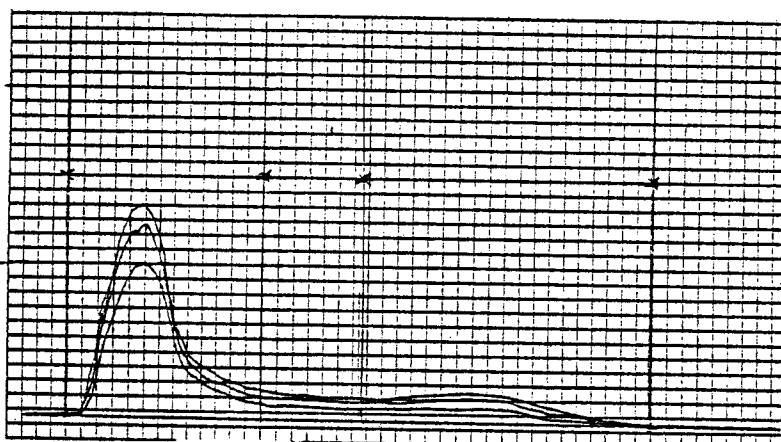
A.H. BRUNS : 19%

Rapport des D.O

A.H.G : 0,66

A.H.B : 0,43

0-20 Soude



A.H. GRIS : 74,5%

A.H. INTERM.: 75%

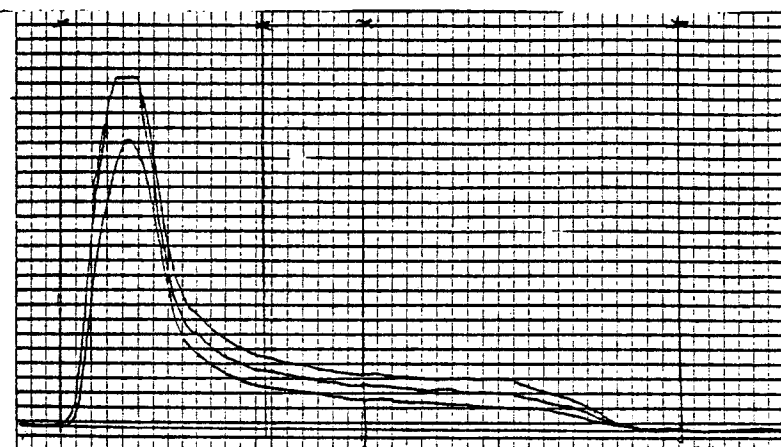
A.H. BRUNS : 18%

Rapport des D.O

A.H.G : 0,66

A.H.B : 0,38

20-50 Pyro



A.H. GRIS : 72%

A.H. INTERM.: 10%

A.H. BRUNS : 18%

Rapport des D.O

A.H.G : 0,69

A.H.B : 0,47

Profil G8

## d) Conclusions.

En considérant les horizons de surface, la variation des pourcentages des trois catégories d'acides humiques présentes dans les A.H.P. est indifférente de la classe de sol. Toutefois, les sols peu évolués renferment les pourcentages d'A.H.G. les plus élevées : la raison est entre autre due à leur richesse initiale en A.H.P.. Dans ces sols, les rapports de D.O. ( $\frac{625}{512}$ ) sont relativement élevés ( 0,66) ; ces rapports diminuent au fur et à mesure que l'on descend en profondeur. Cette diminution n'est pas spectaculaire en G5 mais par contre l'est en P6. En effet, dans celui-ci, le rapport des D.O. passe de 0,67 (0-20 cm) à 0,53 (20-60 cm) puis remonte à 0,68 vers (60-90 cm) : on peut expliquer ces différences par une évolution différente des acides humiques à trois niveaux de ce profil : une forte polymérisation en surface puis une dépolymérisation dans l'horizon intermédiaire et enfin une néosynthèse des acides humiques dans les horizons plus profonds.

Les rapports des D.O. des A.H.G. des extraits soude qui sont toujours supérieurs à 0,62 demeurent en général plus élevés ou tout au moins égaux à ceux des extraits pyro. Les A.H.B. ont des rapports nettement en dessous de ceux des A.H.G. dans les extraits pyro ; cette remarque n'est pas valable pour tous les sols quand il s'agit des extraits soude.

E - Relations entre les données de matière organique et les données physiques.

Des études antérieures ont montré l'influence de la matière organique sur les propriétés physiques des sols : la stabilité structurale, la structure, le régime hydrique, etc...

La matière organique est un des facteurs de la stabilité structurale ; elle a également un rôle direct avec l'ablation superficielle due aux agents de l'érosion. Ces différents aspects ont été étudiés par

COMBEAU et QUANTIN (1962, 1964, 1965), DABIN (1964), ROOSE (1978, 1980, 1981). En outre, pour un sol donné, la stabilité structurale varie avec le temps (COMBEAU 1965) :  $I_s$  est minimum en saison sèche et maximum en saison pluvieuse ; quand la structure se dégrade on observe une tendance à l'engorgement du sol ; selon le même auteur, la liaison serait étroite entre le taux de carbone total et plus particulièrement une fraction de la matière organique humifiée sur la stabilité structurale. La partie humifiée joue un rôle important sur la rétention de l'eau par le sol ; les A.F. jouent un rôle néfaste sur  $I_s$  ; la fraction non humifiée joue un rôle positif important d'une part sur la capacité d'échange du sol, d'autre part sur sa stabilité structurale ; quant à la structuration même des agrégats de sol, la matière organique agit sur la cohésion en formant un complexe argilo-humique.

Nos résultats sont en accord avec ces conclusions. D'une façon générale, ce sont les sols ferrugineux tropicaux, les sols peu évolués qui présentent les  $I_s$  les plus bas, comparativement aux autres classes de sols : pour un type de sol donné exception faite des sols halomorphes, l'horizon de surface a le plus bas  $I_s$  ; cet  $I_s$  augmente en général avec la profondeur. Cette augmentation se fait dans le sens de la diminution du taux de carbone total et également de la diminution de sa partie humifiée (voir paragraphe des fractions organiques, tableau ).

Le rôle agronomique de la matière organique sur les propriétés physiques a été étudiée depuis de nombreuses années, travaux de HARTMANN et al, 1974 ; SCHNITZER et al, 1975 ; JACQUIN et al, 1976 , sous climats tempérés et GODEFROY et al, 1975, sous climats tropicaux.

La matière organique fraîche (résidus de récolte) en place peut jouer un rôle favorable dans la lutte contre l'évapotranspiration (MULCH) ; l'humus, en plus de la coloration qu'elle donne aux sols, coloration pouvant intervenir sur leur pouvoir calorifique, entraîne une variation de la mouillabilité, régularise le bilan de l'eau et conditionne le profil hydrique ; plus les matières végétales sont humifiées plus elles retiennent l'eau et en année sèche, la végétation souffre moins dans les parcelles ayant reçu du fumier.

Dans cette région tropicale sèche, la minéralisation de la

matière organique est très forte ( $C/N < 10$ ) en général dans les horizons de surface de l'ensemble des sols ; les problèmes de l'agriculture sont régis par l'eau et l'humus.

En dehors des niveaux à nappe, la réserve en eau utile des sols étudiés est effectivement plus importante dans les horizons de surface (0-20 cm) ce sont ces horizons qui contiennent des teneurs les plus élevées de matière organique. La comparaison des différents profils fait apparaître les sols alluviaux -P6°, comme ceux contenant le plus d'eau utile ( 15 %) et les sols vertiques et ferrugineux gravillonnaires (P1, P8, P9), comme étant les plus déficitaires (eau utile 10 %) ; ce qui confirme le rôle de la matière organique dans cette rétention d'eau.

DABIN, 1964, et récemment PALLO, 1981, ont montré qu'il existe une relation étroite entre la quantité de carbone et la teneur du sol en éléments fins (A + L) ; selon ces auteurs, l'humidité des sols augmente avec le taux d'argile + limon ce qui est conforme avec les résultats obtenus dans cette étude (voir parallélisme entre PF 4,2 et A + L, ).

#### F - Facteurs limitant l'utilisation des sols.

D'une façon générale, l'ensemble du secteur peut être utilisé à des fins agricoles, moyennant un aménagement propre à chaque classe de sol.

Deux problèmes essentiels freinent l'exploitation rationnelle de ces terres : il s'agit de la matière organique et de l'eau. Ces sols sont caractérisés entre autres, par une minéralisation extrêmement rapide des produits organiques facilement décomposables qui leur donnent une fertilité spontanée élevée ; mais les réserves étant très faibles, ces sols se dégradent très rapidement. La formation de l'humus est conditionnée par une alternance de la saison sèche et de la saison des pluies : il a été prouvé en effet que ce cycle favorisait la polymérisation des fractions humiques, qui se dégradent moins facilement lorsqu'elles sont hautement polymérisées et fortement liées à



à la fraction minérale.

Par rapport au problème de l'eau : si on note dans la région des pluies relativement fréquentes et abondantes pendant une période de l'année, leurs eaux n'humectent pratiquement pas régulièrement du moins suffisamment les horizons prospectables par les racines des cultures ; ceci en raison d'une part de la texture sableuse des horizons de surface, de l'évapotranspiration très élevée et d'autre part de l'érosion forte qui entraîne les particules. Ainsi comme le constate ROOSE 1981, pour atténuer les dégâts de ces précipitations agressives, nous pouvons appliquer les méthodes biologiques et imiter les conditions observées dans le milieu naturel en couvrant le sol, en lui retournant le maximum de résidus organiques et en équilibrant les apports minéraux aux besoins physiologiques des plantes cultivées. Cette solution qui est facilement applicable en climat tropical humide (Côte d'Ivoire) peut trouver son application en tropical sec : il s'agira en plus d'un apport de compost, d'enfouir les herbes et les résidus de récolte, en fin de saison de pluie. La matière organique demeure le remède principal de cette "maladie". L'exemple bien venu est que dans une portion de l'unité (VII - Sols ferrugineux tropicaux polyphasés), où les éleveurs ont laissé tout naturellement les vaches enfumer le sorgho (*Sorghum vulgare*) porté par ce champ présentait une physionomie spectaculaire : taille et grosseur des tiges, nombre et qualité des grains, rendement élevé.

Dans cette région où l'élevage est important, il serait souhaitable, voire nécessaire, que les paysans et les éleveurs s'associent pour relever le niveau de fertilité organique des champs de brousse.

En plus de ces facteurs, communs à la majorité des sols, il existe d'autres qui sont physiques ou chimiques et qui sont spécifiques de chaque classe de sol.

### 1.- Facteurs physiques.

Les vertisols dans ce secteur ne sont pas en surface fondamentalement différents des autres classes de sol ; et leur distinction d'avec les sols halomorphes et les sols bruns vertiques est souvent masquée par le recouvrement sableux, ou gravillonnaire ; donc ils ont une texture sableuse à sablo-argileuse et une structure massive, parfois faiblement polyédriques : ils contiennent parfois des éléments grossiers ( $> 2$  mm) à des teneurs pouvant aller de 20 à 35 % ; ils ont entre 22 % (pour les sableux) à 40 % d'argile pour les moins sableux. La porosité essentiellement tubulaire est faible (24 %) à moyenne (30 %). La structure est en général défavorable en A1, malgré la texture sableuse et un ameublissement du sol est nécessaire pour permettre une meilleure alimentation en eau et une meilleure pénétration des racines ; pour les sols sableux (G1, G2), le labour est aisé, mais pour les plus argileux (G15, G17), l'argile est souvent prise en masse, englobant les éléments grossiers et le paysan avec sa "daba" ne peut pas retourner plus de 10 cm de terre.

En profondeur, la structure est incontestablement mauvaise (on a parfois plus de 40 % d'argile verticale). Elle est par sa cohésion même défavorable à la pénétration et au développement des racines.

La discontinuité des propriétés physiques entre les horizons A et l'horizon B sous-jacent provoque à ce niveau un engorgement prononcé. Lorsque cette discontinuité se trouve à faible profondeur (moins de 30 cm environ) elle devient un facteur limitant de la fertilité physique : engorgement en pluviométrie abondante et déficit d'alimentation en eaux des horizons sableux en période de sécheresse : c'est exactement le cas du profil G12 observé en saison des pluies.

Les sols halomorphes.

Sont caractérisés par l'absence d'éléments grossiers en surface, sinon négligeable (moins de 3 %). La teneur peut monter légèrement dans les horizons intermédiaires (4-8 %) ; ils n'échappent pas

au contexte général d'apports superficiels sableux récents, ce recouvrement étant cependant d'épaisseur moindre (5-10 cm) probablement à cause de leur situation souvent à mi-pente (donc décapage par érosion). Les horizons de surface ont généralement une structure massive non développée avec une porosité souvent du type mie de pain indiquant une forte asphyxie. La texture est sableuse (G29-G2) à sablo-limoneuse (P5).

La macro-porosité des horizons de surface est bonne (35 % pour le G2) mais ces derniers restent le plus souvent asphyxiants parce que maintenus largement supérieurs à l'humidité équivalente.

En profondeur, dès 15 cm, jusqu'à l'altérite, le matériau argileux ou argilo-sableux a une structure mal développée : soit massive, soit columnaire ; la cohésion d'ensemble est forte, le matériau est durci (même en saison des pluies). La macro-porosité à ce niveau est très faible (moins de 28 %). La stabilité structurale moyenne en A (1,1 à 3,7) se dégrade considérablement dans les horizons B (6 à 9,5).

Comme dans les vertisols, la discontinuité texturale et structurale proche de la surface du sol constitue également ici un facteur limitant de la fertilité. Les faciès sablo-limoneux présentent des conditions meilleures de régime hydrique, quand l'horizon de surface est épais (plus de 30 cm), comme c'est le cas du profil P5 ; ceci en raison de sa position à l'aval dans le paysage.

#### Les sols ferrugineux tropicaux.

Cet ensemble est très varié et est représenté dans les unités III, IV, V, VI, VII, VIII et XIV. (Voir carte pédologique ). Les profils P9 et G26 contiennent plus de 20 % d'éléments grossiers ( $\emptyset > 2$  mm) dans les horizons de surface : la texture est souvent sablo-graveleuse ; la structure est typiquement massive à tendance prismatique ; les autres profils qui n'ont pas de gravillons dans les horizons de surface : ont une texture sableuse et une structure massive peu compacte avec une cohésion d'ensemble moyenne et une porosité aussi

moyenne (31-34 %) Is est en général peu élevé  $< 1$ .

En profondeur, l'augmentation de la teneur en argile entraîne une texture argilo-sableuse et des structures polyédriques. Is augmente, mais très modérément en profondeur. L'eau dans ces sols est importante quand la présence d'une nappe réhumecte le profil comme les sols des unités (III et VIII), dans ce cas, la végétation est meilleure ; autrement dans les autres sols ferrugineux, le comportement "aride" est de règle ; cela se remarque non seulement d'après la végétation et l'état de surface des sols.

#### Les sols alluviaux.

Ces sols ont en général moins de 1 % d'éléments grossiers en surface. La texture est variable : sableuse à limono-argileuse. En profondeur, les mêmes texture et structure se maintiennent. Cette classe, comme l'a souligné KALOGA (1964) est localisée dans les lambeaux de plaine de remblaiement aval des Volta blanche et rouge et de leurs affluents les plus importants. Ces rivières serpentent dans cette plaine de remblaiement ; elles entaillent actuellement de façon spectaculaire ces remblais sableux à limoneux et s'y encaissent souvent de 4 m ou plus.

Ces sols présentent des caractères d'hydromorphie : l'engorgement est de faible intensité : ségrégation ferrugineuse et manganésifère assez diffuse (65 ou 68). L'engorgement peut être total pour certaines zones, notamment plus basses : dans ce cas la nappe proche de la surface et la texture limoneuse interviennent pour accentuer le phénomène.

Les sols sableux présentent une faible teneur en eau utile moins de 5 % ; par contre la porosité est assez bonne, proche de 38 %, mais la présence de la nappe à moins d'un mètre de profondeur dans les secteurs proches des ruisseaux permet le maintien de l'humidité dans le sol. Les sols limoneux sont caractérisés par une absence totale d'éléments grossiers ; en revanche ils ont plus de 45 % d'éléments fins en surface.

La structure est massive à sous-structure polyédrique en surface ; dans les horizons de profondeur, elle devient cubique ; la cohésion devient forte en période de sécheresse. La porosité est moyenne à bonne (40 %). Les horizons de surface se situent dans la zone sans asphyxie tandis que les horizons de profondeur sont dans la zone à asphyxie partielle. Par ailleurs, la déficience du drainage interne et externe maintient ces sols en saison des pluies à des humidités supérieures à l'humidité équivalente, réduisant ainsi la capacité pour l'air (voir graphique pF et porosité ). On peut considérer ces sols comme ayant une faible capacité pour l'air ; ce qui rend le labour nécessaire, ou mieux un billonnage qui améliorerait le drainage.

## 2.- Facteurs chimiques

Les vertisols ont des pH neutres en surface : au point de vue chimique : ce sont des sols à richesse minérale élevée et par conséquent à haut potentiel de fertilité chimique naturelle, qui est souvent limité par des déficiences en azote, phosphore et potasse. La capacité d'échange en surface est moyenne en raison de leur caractère sableux ; les chiffres obtenus vont de 3 à 10 méq/100 g de sol. Le taux de saturation dépasse 70 % en général.

Les horizons de profondeur sont presque tous saturés leur capacité d'échange est élevée ( 20 méq/100 g de sol ) ; les valeurs très faibles de  $K^+$  échangeable indiquent une carence possible en cet élément. L'équilibre des cations demeure un problème dans ces sols.

Les sols halomorphes : ont des pH neutres en surface parfois même acides (G29), profil proche d'un solonetz. La saturation est totale quel que soit l'horizon considéré. La capacité d'échange faible en surface (7 méq/100 g) par rapport à la profondeur (20 méq/100 g).

Le profil limoneux P5 a une faible capacité d'échange et un taux de bases élevé ; son pH augmente en profondeur et atteint 9,1.

Le déséquilibre des bases intervient surtout en profondeur  $K^+/Ca^{++} + Mg^{++} < 2 \%$ , cependant l'ion  $Na^+$  prend de l'importance au

même titre que le  $Mg^{++}$ , ce qui implique un excès des ions sodium. Le rapport  $Na^+/T$  est toujours supérieur à 15 % dans ces sols. Le taux de saturation est variable.

En profondeur, les sols sont souvent désaturés. La saturation en surface n'est pas atteinte dans les sols sableux, mais les taux enregistrés ( 60 %) sont assez satisfaisants.

Le problème dans ces sols est de veiller également à l'équilibre des cations, notamment en relevant le niveau potassique.

### 3.- Facteurs liés à la matière organique.

En dehors des sols alluviaux limoneux et de quelques sols ferrugineux qui ont une teneur allant de 1 à 2 % de matière organique total, les autres sols ont des teneurs en dessous de 1 %. Dans tous les sols du secteur, la matière organique est fortement polymérisée (A.H.G. : de 69 à 74 %) la biodégradation est très rapide et forte (les C/N sont en général  $< 10$ ). Le tiers de la matière organique total est pratiquement humifiée (extraits alcalino solubles) ; les deux tiers restant sous forme d'humine, ceci est surtout vrai pour les sols vertiques dont les horizons de surface sont non recouverts de sables. Dans les sols alluviaux limoneux et les profils ferrugineux, les sols halo-morphes, les vertisols à recouvrement sableux, la partie alcalino-soluble atteint 40 % et parfois plus.

Une évolution particulière de la matière organique dans ces sols est mise en évidence : le pH élevé en général en surface, l'humidité relativement forte entraîne une décomposition très rapide de la matière organique ; la conséquence est que les C/N sont très bas ( $< 10$  en général) ; à la place de l'humine héritée, il se forme une humine dite humine hydrolysable qui peut représenter près du tiers à la moitié de l'humine totale selon les sols. Le problème qui se pose, c'est la correction de la fertilité organique de ces sols.

Selon Ch. THOMANN, 1971 : il existe une répartition équilibrée de la matière organique tout au long de l'année en pays tropical ; malgré une végétation abondante en saison des pluies, il n'y a pas

d'accumulation de matière organique ; celle-ci se minéralise en grande partie et se transforme rapidement et toujours selon les mêmes proportions, ne se traduisant que par des faibles variations : ce sont là aussi les conclusions de DUCHAUFOUR et de N'GUYEN KA qui ont travaillé en conditions expérimentales tropicales sur un vertisol ; selon DABIN 1981, dans les sols sous savane, les taux de matière organique sont plus faibles en surface mais décroissent plus lentement dans les 30 premiers cm.

L'azote total , en valeur absolue ne dépasse pas 1 % . Toutefois la teneur en azote semble être en relation avec la texture des sols. Les sols limoneux sont les plus pourvus, puis viennent les sols argileux et enfin, les sols à textures sableuses en surface.

Le rapport N humine/N sol indique que dans tous les sols, ce sont les sols alluviaux sableux qui ont le plus faible pourcentage , donc qui théoriquement libèrent le plus d'azote, puis viennent les sols ferrugineux tropicaux , les sols halomorphes et les vertisols.

En conclusion à ce chapitre, nous dirons que, d'après les observations de terrains et ces données de laboratoire, les problèmes posés par ces sols sont : leur pauvreté en matière organique, le problème de la réserve en eau dans les horizons sableux et le problème de l'érosion hydrique. La matière organique permettra à plusieurs égards d'améliorer la texture, la structure des horizons de surface. Le problème de l'eau peut trouver sa solution dans un labour précoce et profond en évitant de ramener de l'argile en surface : afin de permettre non seulement une meilleure pénétration de l'eau, mais aussi un ralentissement de l'érosion ; ceci pose aussi le problème des méthodes culturales !

Le problème de la fertilité chimique : est de veiller à l'équilibre des cations, par un apport judicieux d'engrais N.P.K.

Enfin un autre problème est d'adapter les cultures à chaque type de sol : les espèces hygrophiles trouveront leur place dans les sols alluviaux et ferrugineux hydromorphes ; par contre, celles-ci qui sont xérophiles se contenteront des milieux sableux secs.

La connaissance de tous ces facteurs dans un secteur donné est précieuse pour interpréter les cartes pédologiques en vue de l'aménagement agricole.

#### G - Conclusions générales.

Le but essentiel de ce travail a été l'étude comparative d'un ensemble de sols tropicaux sur le plan de la fertilité physico-chimique physique et organique.

Les résultats obtenus sur le terrain et au laboratoire permettent de faire les observations ci-après :

- Sur le plan cartographique, on note une diversité des sols dont la répartition dépend essentiellement de la géologie du secteur ; aux migmatites à biotite, pôle basique, correspondent tous les sols vertiques (vertisols, "bruns vertiques", halomorphes) ; aux migmatites leptyniques, pôle acide, correspondent les sols ferrugineux dont certains renferment des matériaux argilo-calcaires en profondeur ; aux alluvions, correspondent les sols peu évolués.
- La végétation n'est pas le principal facteur de différenciation des sols, mais à l'inverse, elle s'adapte aux conditions édaphiques.
- La productivité herbacée est en relation étroite avec l'âge de la jachère et l'espèce végétale, plus qu'avec le type de sol. Toutefois, les sols alluviaux et ferrugineux hydromorphes du bassin-versant présentent une meilleure production végétale (arborée et herbacée) ; les sols vertiques halomorphes ou non en sont moins fournis.
- Sur le plan de la réserve en eau des sols, l'étude comparée des différents profils indique que : leur dessèchement dans les horizons de surface est plus ou moins marqué d'une part, selon la fréquence et la quantité d'eau tombée les jours précédents, d'autre part, selon la texture, la structure et la teneur en matière organique.

La plus forte réserve en eau utile, pour tous les sols correspondent aux mois d'août et de septembre ; les sols vertiques contiennent le moins d'eau utile, et le déficit est plus accentué par rapport aux



autres sols en fin de saison pluvieuse.

Les sols alluviaux et les sols ferrugineux hydromorphes sont les seuls qui s'humectent relativement bien pendant toute la période pluvieuse en dépit même des irrégularités pluviales.

Les sols halomorphes ne s'humectent que dans leurs horizons de surface, souvent peu épais  $\leq 10$  cm.

- Au point de vue granulométrie, les matériaux pédologiques sont argileux, argilo-sableux, dans les horizons B et C et sableux dans les horizons A ou C.

- La fraction sableuse domine dans les horizons de surface de la plupart des sols, plus de 50 % (SF + SG). En profondeur, la teneur en éléments fins (A + L) augmente d'une manière plus ou moins importante selon la classe de sol.

- Au point de vue stabilité structurale on a la séquence suivante :  
Is S.F.T. > Is S.A. > Is S.V. > Is S.H.

- Sur le plan de la physico-chimie : le pH varie avec la profondeur mais aussi en rapport avec le type de sol ; il est dans l'ensemble faiblement acide à neutre pour les horizons de surface, ce qui constitue un milieu favorable pour la plupart des cultures ; la saturation de certains horizons de surface malgré leur pH acide est essentiellement liée au cycle biogéochimique et ou aux résidus de récolte pour les sols se trouvant sous culture (P6) ; la forte capacité d'échange est observée dans les sols à argile vertique, tandis que dans les sols sableux ou ferrugineux tropicaux, la capacité d'échange demeure faible ( $< 8$  méq/100 g de sol) ; cette capacité d'échange est en relation directe avec la teneur et la qualité de la matière organique et dans une grande mesure avec le type d'argile (1/1 ou 2/1).

- Sur le plan de la matière organique, les données en carbone total, en azote total et en C/N indiquent que : les teneurs sont plus faibles dans les sols vertiques et décroissent rapidement en profondeur ; par contre dans les autres classes de sol les teneurs sont plus élevées et décroissent progressivement.

- Les C/N sont en général  $< 10$  : ce qui traduit une matière organique à forte décomposition donnant des humus de type mull ; ces chiffres sont contraires de ceux obtenus par PALLO, 1981 dans les sols de "Piega" où les C/N sont de 13 à 15.

Dans les sols tropicaux, les fractions humiques solubles demeurent faibles en profondeur en valeur absolue ; les A.F.L. et l'humine ont tendance à augmenter en valeur relative.

Ici les A.F.L. demeurent souvent constants ; les A.H. sont aussi constants ou même augmentent ; l'humine a tendance à rester constant ou à diminuer en profondeur ; ce sont les A.H. Pyro qui dominent dans les fractions extractibles.

- La séparation des A.H. montre une prépondérance des A.H.G. (plus de 70 % en moyenne) sur les A.H.I. et les A.H.B.. Le rapport d'extinction  $\frac{DO(625)}{DO(512)}$  caractérisant le degré d'oxydation des molécules humiques est en moyenne élevé (0,66).

- Le fractionnement de l'humine, montre la prédominance de l'humine hydrolysable au détriment de l'humine héritée.

- Ainsi dans cette zone, des conditions pédoclimatiques particulières (humidification relativement plus longue, activité biologique élevée) entraîne une décomposition végétale forte ainsi qu'une humification rapide. La polymérisation est très poussée ; par contre la dépolymérisation qui s'effectue difficilement sur les grosses molécules protégées par l'argile, ne peut avoir lieu que sur les petites molécules ; la biodégradation dans tous les cas est lente en profondeur, le lessivage est inexistant ou alors lent.

On assiste à la formation en surface, d'humine hydrolysable au détriment de l'humine héritée qui se forme préférentiellement dans les conditions plus sèches, par ralentissement de la biodégradation.

Les problèmes posés par ces sols sont : leur pauvreté en matière organique, leur difficulté à retenir l'eau dans leur horizon de surface souvent sableux, leur soumission à l'érosion hydrique.

Le problème de la fertilité chimique est souvent lié au déséquilibre des cations d'une part et à la pauvreté en phosphore et azote

d'autre part.

L'apport de matière organique permettra à plusieurs égards d'améliorer les propriétés physiques des horizons de surface.

L'apport raisonné des engrais, dans des proportions définies après essais agronomiques améliorerait les réserves minérales.



## B I B L I O G R A P H I E

- A.S.E.C.N.A., 1966 - Aperçus sur le climat de Haute-Volta. Service Météorologique H.V., 2ème Edition révisée et complétée, Janvier 1966.
- AUBERT (G.), 1962 - La classification des sols : La Classification pédologique française. Cahier de Pédologie n° 3, ORSTOM, 1963.
- AUBERT (G.), 1965 - Classification des sols. Tableaux des classes, groupes et sous-groupes de sols étudiés par la sous-section de Pédologie de l'ORSTOM : Cahier ORSTOM, sér. Pédol. Vol. III, fasc. 3.
- BOULET (R.), 1972 - Modalités du lessivage dans les Sols tropicaux développés sur granites, Haute-Volta. Etude micromorphologique. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. X, n° 4.
- BOULET (R.), 1975 - Toposéquences de Sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibres dynamiques et bioclimats : Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol. XIII, n° 1.
- BOULET (R.), 1978 - Toposéquences de Sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibre et déséquilibre pédobioclimatique. Mémoires ORSTOM n° 85, pp. 41-66, 207-224.
- BOULVERT (Y.), 1968 - Quelques aspects de l'influence de la topographie et du matériau originel sur la répartition des sols ferrallitiques, sols ferrugineux tropicaux et vertisols dans la région de Bosso-anga au nord-ouest de la République Centrafricaine. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. VI, n° 3-4.
- COMBEAU (A.) et QUANTIN (P.), 1962 - Observations sur les variations dans le temps de la stabilité structurale des sols, en région tropicale. Cah. de Pédologie n° 3, ORSTOM, 1963.
- COMBEAU (A.) et QUANTIN (P.), 1964 - Observations sur les relations entre stabilité structurale et matière organique dans quelques sols d'Afrique centrale. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. II, fasc. 1.
- COMBEAU (A.), 1965 - Variations saisonnières de la stabilité structurale du sol en région tempérée. Comparaison avec la zone tropicale. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. III, fasc. 2.

- C.P.C.S., 1967 - La classification des sols. Travaux 1963-1967.
- DABIN (B.), 1964 - Analyse physique et fertilité dans les sols des régions humides de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. II, fasc. 1.
- DABIN (B.), 1965 - Application des dosages automatiques à l'analyse des sols. 1ère partie : dosage de l'azote total Kjeldahl et du phosphore sous différentes formes. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. III, n° 4.
- DABIN (B.), 1967 - Application des dosages automatiques à l'analyse des sols. 3ème partie : dosage du carbone organique dans les sols tropicaux. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. V, n° 3.
- DABIN (B.) et THOMANN (Ch.), 1970 - Etude comparative de deux méthodes de fractionnement de composés humiques (méthode Turin et méthode électrophorétique). Série Initiations-Documentations n° 16.
- DABIN (B.), 1976 - Méthode d'extraction et de fractionnement des matières humiques du sol. Application à quelques études pédologiques et agronomiques dans les sols tropicaux. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XIV, n° 4.
- DABIN (B.), 1976 - La formation des produits humiques dans le sol. Leur importance en agriculture. Conférence donnée au Colloque sur la matière organique des sols. Piracicaba (S.P.) 24-28 nov. (Brésil).
- DABIN (B.), 1980-1981 - Les matières organiques dans les sols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XVIII n° 3-4.
- DABIN (B.) - Etude qualitative et quantitative de la matière organique des sols. Mesure des rapports d'extinction en lumière visible sur les fractions obtenues par électrophorèse. (Méthode de laboratoire non publiée).
- DUCHAUFOR (Ph.), 1977 - Pédologie : T 1 Pédogenèse et classification. Masson, pp. 419-449, 451-465.
- DUCHAUFOR (Ph.), 1979 - Pédologie : T 2 Constituants et Propriétés du sol. Masson, pp. 239-242.
- FAUCK et al., 1969 - Bilans de l'évolution des sols de Sefa (Casamance, Sénégal) après quinze années de culture continue. L'agronomie tropicale. Extrait du Vol. XXIV n° 3.
- HENIN (S.), GRA (R.), MONNIER (G.), 1969 - Le profil cultural : l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. 2ème Edition. Masson et Cie Paris, pp. 31-126.

- HENIN (S.), 1976 - Cours de physique du sol. Vol. I. Texture. Structure. Aération. ORSTOM. Editest. Initiations. Documentations Techniques n° 28.
- HOTTIN (G.), OUEDRAOGO (F.), 1976 - Notice explicative de la carte géologique à 1/1.000.000 de la République de Haute-Volta DGM. H.V.
- I.G.N. FRANCE, 1980 - Carte topographique Rép. Haute-Volta : feuille Tenkodogo. Ech. 1/200.000. N.C. 30. XXIV., 2ème édition.
- I.G.N. FRANCE, 1975 - Photos aériennes au 1/20.000 de la région de Garango. Projet barrage de Bagre.
- KALOGA (B.), 1963 - Reconnaissance pédologique des bassins-versants des Voltas blanche et rouge. I - Etudes pédologiques, ORSTOM, Centre Dakar-Hann.
- KALOGA (B.), 1965 - Sols et pédogenèse dans les bassins-versants des Voltas blanche et rouge (cours moyens). ORSTOM, Centre Dakar.
- KALOGA (B.), 1966 - Etude pédologique des bassins-versants des Voltas blanche et rouge en Haute-Volta. 1ère partie : le milieu naturel. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. IV n° 1.
- KALOGA (B.), 1966 - Etude pédologique des bassins-versants des Voltas blanche et rouge. 2ème partie : Les vertisols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. IV n° 3.
- KALOGA (B.), 1968 - Etude pédologique de la Haute-Volta. Région centre sud. Rapport. Centre Dakar-Hann.
- KALOGA (B.), 1970 - Etude pédologique des bassins-versants des Voltas blanche et rouge. 3ème partie : Sols associés aux vertisols Sols halomorphes. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. VIII n° 2.
- KALOGA (B.) et THOMANN (Ch.), 1971 - La physico-chimie du complexe absorbant dans les sols bruns eutrophes. Ses relations avec leur différenciation morphologiques et leur classification. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. IX n° 4.
- LEVANG (P.), GROUZIS (M.), 1980 - Méthodes d'étude de la biomasse herbacée de formations sahéliennes : Application à la mare d'Oursi, Haute-Volta. Acta oecologica. Oecol. Plant. 1980 Vol. 1 (15), n° 3, pp. 231-244.
- MAIGNIEN (R.), 1963 - La photointerprétation en Pédologie. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. n° 3.
- MAIGNIEN (R.), 1969 - Manuel de prospection pédologique ORSTOM. Initiations-Documentations techniques n° 11.

- MAIGNIEN (R.), 1980 - Manuel pour la description des sols sur le terrain. ORSTOM, Paris.
- MOUREAUX (C.) et FAUCK (R.), 1967 - Influence d'un excès d'humidité temporaire sur quelques sols de l'ouest africain. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. V, n° 1.
- N'GUYEN KHA et DUCHAUFOUR (P.), 1969 - Etude comparative de l'évolution de la matière organique du sol en conditions tempérées et tropicales. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XIX, n° 1.
- PALLO, 1982 - Comparaison des caractères physico-chimiques et de la matière organique de trois pédoncs cultivés et vierges, situés entre Fada N'Gourma et Piéga (Haute-Volta). Thèse 3ème cycle. Fac. Marseille
- PELLOUX et al., 1971 - Méthode de détermination des cations échangeables et de la capacité d'échange dans les sols. ORSTOM. I.D.T. n° 17.
- ROOSE (E.J.), 1978 - Pédogenèse actuelle d'un sol ferrugineux. Complexe issu de granite sous une savane arborescente du centre de Haute-Volta. Gonsé : campagnes 1968-1974. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XVI, n° 2.
- ROOSE (E.J.) et FAUCK (R.), 1980 - Des contraintes d'origine climatiques limitent l'exploitation des sols ferrallitiques dans les rég. trop. humides de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, Vol. XVIII n° 2.
- ROOSE (E.J.), 1981 - Quelques conclusions de recherches françaises sur la dynamique actuelle des sols en Afrique occidentale. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XVIII n° 3-4.
- SOURABIE (N.), 1979 - Influence de la culture de canne à sucre sur les sols de Bérégadougou (Haute-Volta). Cas particulier des facteurs de fertilité liés à la matière organique. Thèse 3ème cycle Univer, Aix-Marseille III.
- THOMANN (Ch.), 1963 - Quelques observations sur l'extraction de l'humus dans les sols ; Méthode au pyrophosphate de sodium. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. n° 3.
- THOMANN (Ch.), 1964 - Les différentes fractions humiques de quelques sols tropicaux de l'ouest africain. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol. 4, fasc. 3.
- THOMANN (Ch.), 1971 - Contribution à l'étude de l'évolution de la matière organique des sols tropicaux. (Cas d'un sol vertique du Sénégal en saison des pluies). Centre ORSTOM Dakar.



TRINQUARD (R.), 1971 - Notice explicative de la carte géologique au 1/200.000 Tenkodogo (Haute-Volta). Editions du B.R.G.M., Paris XVème.

VIGNERON (J.) et DESAUNETTES (J.R.), 1958 - Etablissement d'un indice de compacité. Bull. A.F.E.S. n° 4, Avril 1958.

WILSON (M.J.), MITCHELL (B.D.) - Comparative study of a vertisol and an entisol from the blue Nile plains of Sudan. (Egyptian Journal of Soil Science). (P. 636, n° Juillet 81, Soil and Science).



A N N E X E S  
-----

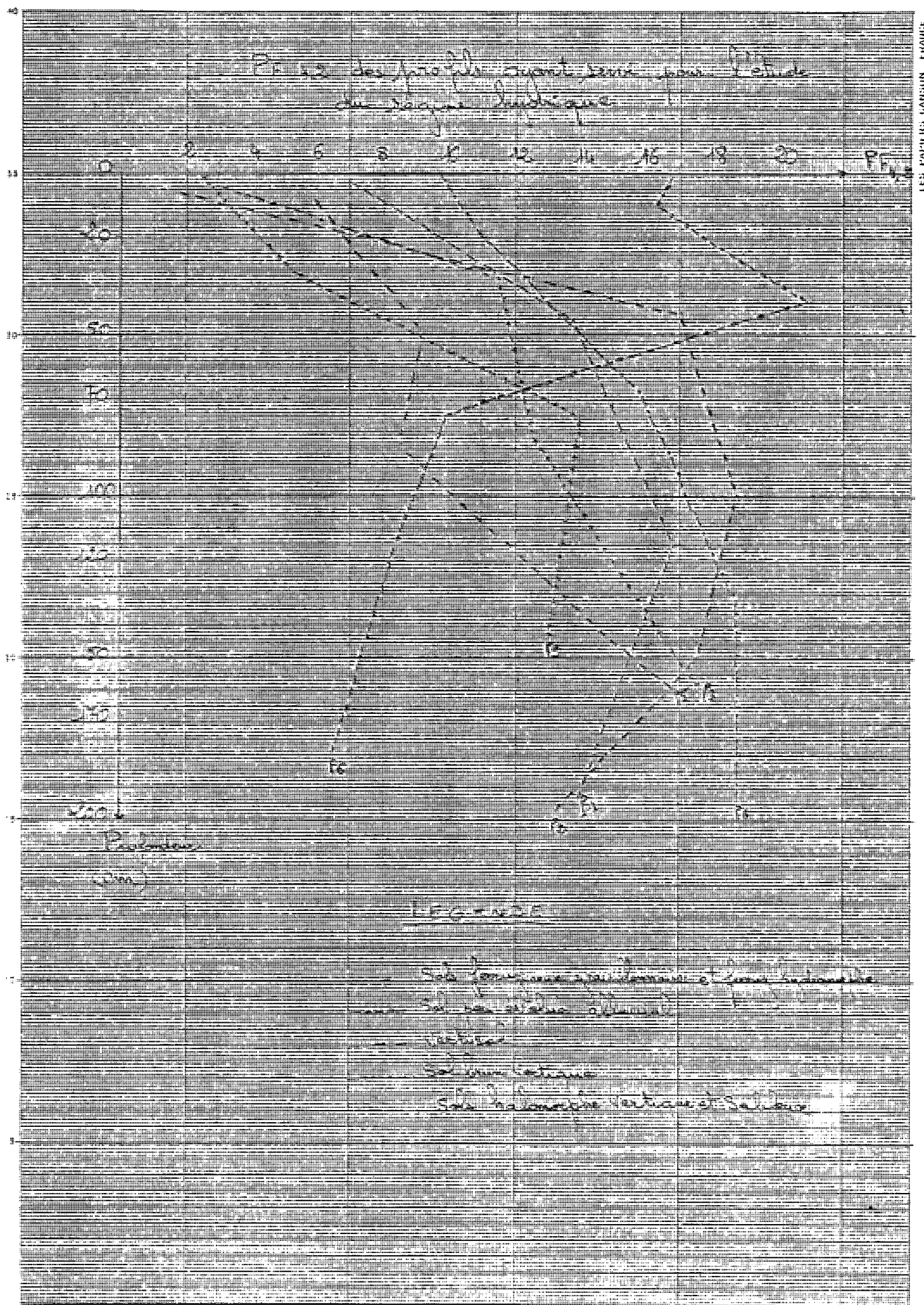
## Données granulométriques

en %

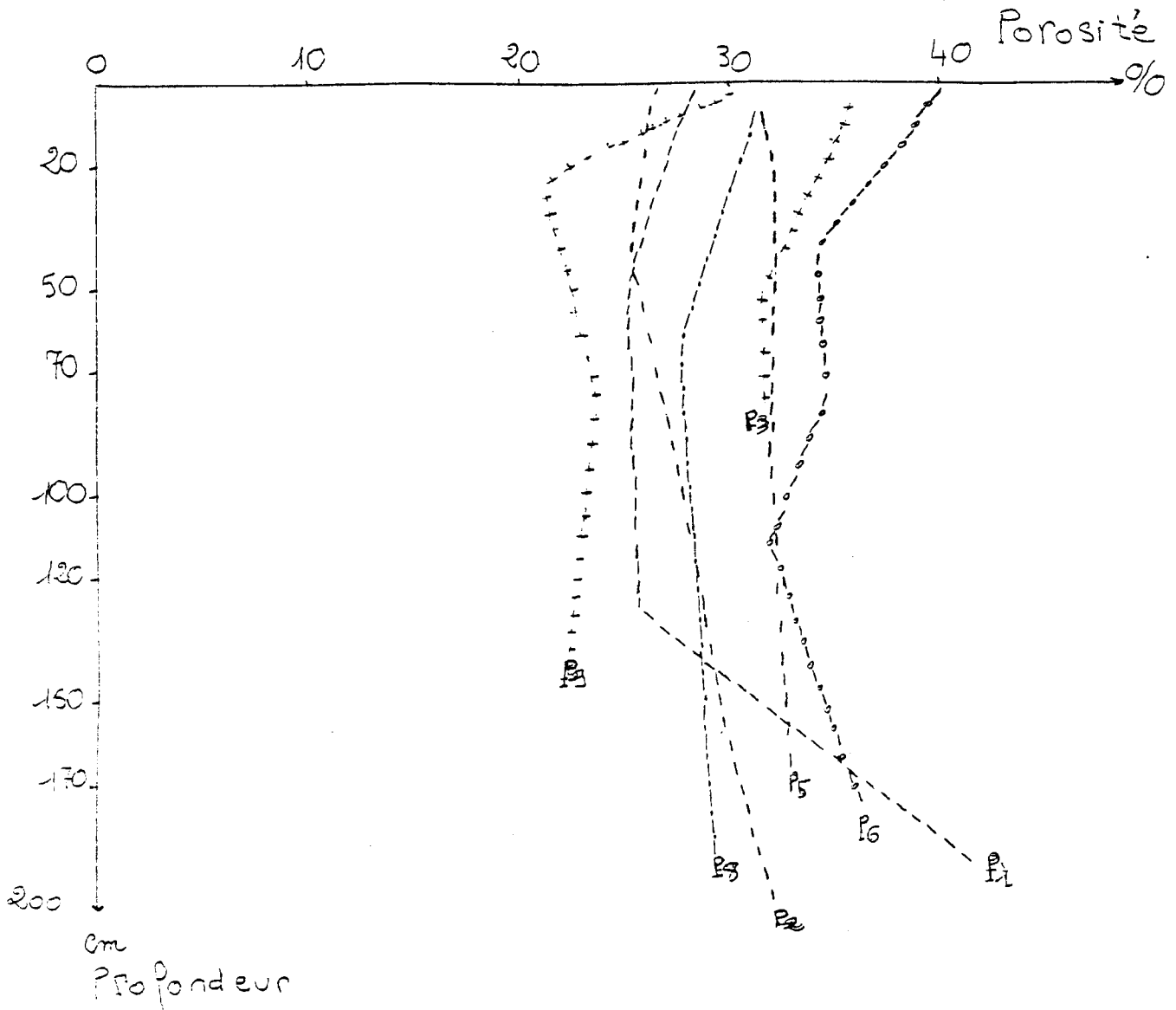
| Echant.            | Argile | Limons f.<br>fins | Limons Gr<br>grossier | Sable<br>fin | Sable<br>grossier | Teneur<br>en eau | M.O.T. | Total | Refus<br>Ø > 2 mm |                                                                         |
|--------------------|--------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|------------------|--------|-------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| G1 <sub>1</sub>    | 12,5   | 6,0               | 12,8                  | 27,5         | 39,0              | 0,5              | 0,4    | 98,7  | 0,32              | V<br>E<br>R<br>T<br>I<br>S<br>O<br>L<br>S                               |
| G1 <sub>2</sub>    | 34,5   | 8,5               | 10,5                  | 16,5         | 26,0              | 2,1              | 0,5    | 98,6  | 46,39             |                                                                         |
| G1 <sub>3</sub>    | 34,5   | 8,5               | 10,5                  | 16,0         | 26,5              | 2,0              | 0,3    | 98,3  | 2,79              |                                                                         |
| ✓ G1 <sub>4</sub>  | 34,5   | 10                | 11,0                  | 14,0         | 26,5              | 2,4              | 0,2    | 98,6  | 6,38              |                                                                         |
| G12 <sub>1</sub>   | 10,0   | 5,0               | 7,0                   | 26,0         | 50,0              | 0,6              | 0,3    | 98,9  | 20,69             |                                                                         |
| G12 <sub>2</sub>   | 40,0   | 8,0               | 6,0                   | 15,0         | 29,0              | 2,7              | 0,2    | 100,9 | 5,97              |                                                                         |
| G12 <sub>3</sub>   | 31,0   | 15,0              | 5,0                   | 15,5         | 30,5              | 2,7              | 0,2    | 99,9  | 2,00              |                                                                         |
| ✓ G12 <sub>4</sub> | 28,0   | 10,0              | 6,5                   | 24,5         | 36,0              | 2,0              | 0,1    | 98,1  | 4,43              |                                                                         |
| G30 <sub>1</sub>   | 22,5   | 4,8               | 8,5                   | 23,5         | 38,5              | 1,2              | 0,7    | 99,7  | 3,44              |                                                                         |
| G30 <sub>2</sub>   | 39,0   | 7,0               | 6,5                   | 29,5         | 15,5              | 1,6              | 0,2    | 99,3  | 2,56              |                                                                         |
| G30 <sub>3</sub>   | 38,5   | 7,5               | 7,8                   | 16,0         | 25,4              | 3,0              | 0,2    | 98,4  | 1,91              |                                                                         |
| ✓ G30 <sub>4</sub> | 27,0   | 7,0               | 6,0                   | 17,5         | 39,0              | 3,3              | 0,1    | 99,9  | 1,49              |                                                                         |
| G11 <sub>1</sub>   | 20,0   | 10,5              | 6,0                   | 22,5         | 38,6              | 1,4              | 0,7    | 99,7  | 50,2              |                                                                         |
| G11 <sub>2</sub>   | 41,0   | 10,5              | 3,8                   | 15,9         | 25,0              | 3,3              | 0,3    | 99,8  | 2,6               |                                                                         |
| ✓ G11 <sub>3</sub> | 7,0    | 7,0               | 4,0                   | 25,0         | 56,0              | 0,9              | -      | 99,9  | 5,92              |                                                                         |
| G15 <sub>1</sub>   | 35,0   | 2,0               | 5,0                   | 16,0         | 36,6              | 2,7              | 0,8    | 98,1  | 35,65             |                                                                         |
| G15 <sub>2</sub>   | 35,0   | 3,0               | 6,0                   | 16,5         | 36,0              | 3,4              | 0,2    | 100,1 | 14,22             |                                                                         |
| G15 <sub>3</sub>   | 38,0   | 3,0               | 4,0                   | 14,0         | 38,0              | 3,4              | 0,1    | 100,5 | 1,12              |                                                                         |
| ✓ G15 <sub>4</sub> | 14,0   | 4,0               | 3,2                   | 17,0         | 60,0              | 1,4              | -      | 99,6  | 0,92              |                                                                         |
| G17 <sub>1</sub>   | 40,0   | 2,0               | 10,0                  | 15,5         | 28,0              | 2,3              | 0,7    | 98,5  | 4,67              |                                                                         |
| G17 <sub>2</sub>   | 37,0   | 2,0               | 9,6                   | 15,0         | 31,0              | 3,2              | 0,2    | 98,0  | 2,88              |                                                                         |
| G17 <sub>3</sub>   | 37,0   | 7,5               | 6,0                   | 15,0         | 30,5              | 4,0              | 0,1    | 100,1 | 4,65              |                                                                         |
| ✓ G17 <sub>4</sub> | 34,5   | 7,5               | 7,0                   | 15,0         | 32,5              | 3,6              | 0,1    | 100,2 | 3,19              |                                                                         |
| =====              |        |                   |                       |              |                   |                  |        |       |                   |                                                                         |
| G2 <sub>1</sub>    | 13,5   | 6,0               | 11,5                  | 27,8         | 39,0              | 0,8              | 0,4    | 99,0  | 0,94              | S<br>o<br>l<br>s<br>H<br>a<br>l<br>o<br>m<br>o<br>r<br>p<br>h<br>e<br>s |
| G2 <sub>2</sub>    | 29,0   | 10,5              | 8,0                   | 14,2         | 35,0              | 2,0              | 0,1    | 98,8  | 14,25             |                                                                         |
| G2 <sub>3</sub>    | 24,5   | 10,5              | 3,5                   | 14,25        | 44,5              | 2,5              | 0,1    | 100,1 | 10,35             |                                                                         |
| ✓ G2 <sub>4</sub>  | 28,0   | 12,0              | 6,5                   | 12,5         | 37,4              | 3,2              | -      | 99,6  | 2,93              |                                                                         |
| P5 <sub>1</sub>    | 17,5   | 11,5              | 25,0                  | 28,5         | 15,0              | 0,8              | 1,1    | 99,4  | 3,44              |                                                                         |
| P5 <sub>2</sub>    | 17,0   | 7,0               | 25,0                  | 24,0         | 26,9              | 1,0              | 0,2    | 101,1 | 0,45              |                                                                         |
| P5 <sub>3</sub>    | 17,0   | 7,0               | 24,8                  | 23,5         | 26,5              | 0,9              | 0,1    | 99,8  | 1,11              |                                                                         |
| ✓ P5 <sub>4</sub>  | 29,0   | 10,0              | 24,8                  | 17,0         | 18,0              | 1,3              | 0,1    | 100,2 | 1,61              |                                                                         |
| G29 <sub>1</sub>   | 8,5    | 2,5               | 16,0                  | 33,5         | 38,5              | 0,3              | 0,3    | 99,6  | 2,28              |                                                                         |
| G29 <sub>2</sub>   | 39,5   | 10,5              | 8,0                   | 14,0         | 23,5              | 3,4              | 0,3    | 99,2  | 4,73              |                                                                         |
| G29 <sub>3</sub>   | 39,0   | 11,0              | 13,0                  | 13,0         | 20,0              | 3,3              | 0,2    | 99,5  | 7,96              |                                                                         |
| G29 <sub>4</sub>   | 31,0   | 10,0              | 6,2                   | 16,5         | 33,0              | 3,5              | 0,1    | 100,3 | 1,62              |                                                                         |
| ✓ G29 <sub>5</sub> | 21,5   | 10,0              | 5,0                   | 19,0         | 41,5              | 3,2              | -      | 100,2 | 1,67              |                                                                         |

## Données granulométriques (suite)

| Echant.            | Argile | Limons f.<br>fins | Limons Gr<br>grossier | Sable<br>fin | en %              |                  |        | Total | Refus<br>Ø 2 mm |                                                                                                                              |
|--------------------|--------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|------------------|--------|-------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |        |                   |                       |              | Sable<br>grossier | Teneur<br>en eau | M.O.T. |       |                 |                                                                                                                              |
| P9 <sub>1</sub>    | 6,0    | 2,0               | 11,5                  | 35,0         | 44,0              | 0,3              | 0,8    | 99,6  | 35,70           | S<br>o<br>l<br>s<br><br>F<br>e<br>r<br>r<br>u<br>g<br>i<br>n<br>e<br>u<br>x<br><br>T<br>r<br>o<br>p<br>i<br>c<br>a<br>u<br>x |
| P9 <sub>2</sub>    | 10,5   | 6,5               | 9,0                   | 26,5         | 46,5              | 0,5              | 0,9    | 100,4 | 69,28           |                                                                                                                              |
| P9 <sub>3</sub>    | 34,0   | 8,0               | 9,0                   | 16,0         | 31,0              | 1,7              | 0,3    | 100,0 | 63,55           |                                                                                                                              |
| / P9 <sub>4</sub>  | 36,5   | 9,0               | 13,6                  | 16,5         | 23,5              | 1,3              | 0,2    | 100,6 | 57,49           |                                                                                                                              |
| G13 <sub>1</sub>   | 11,0   | 7,5               | 11,0                  | 25,0         | 44,0              | 0,7              | 0,5    | 99,7  | 6,02            |                                                                                                                              |
| G13 <sub>2</sub>   | 33,0   | 12,0              | 5,9                   | 12,5         | 33,5              | 2,3              | 0,4    | 99,6  | 7,13            |                                                                                                                              |
| / G13 <sub>3</sub> | 13,0   | 7,0               | 2,6                   | 16,5         | 59,0              | 1,0              | 0,1    | 99,2  | 2,39            |                                                                                                                              |
| G26 <sub>1</sub>   | 12,0   | 4,0               | 11,5                  | 25,0         | 45,0              | 0,8              | 1,3    | 99,6  | 18,85           |                                                                                                                              |
| G26 <sub>2</sub>   | 33,5   | 7,5               | 6,2                   | 14,0         | 36,8              | 1,5              | 0,5    | 100,0 | 61,78           |                                                                                                                              |
| G26 <sub>3</sub>   | 42,0   | 7,0               | 7,3                   | 15,0         | 25,5              | 2,1              | 0,1    | 99,0  | 23,81           |                                                                                                                              |
| / G26 <sub>4</sub> | 38,0   | 15,0              | 5,8                   | 18,0         | 19,0              | 3,3              | -      | 99,1  | 4,26            |                                                                                                                              |
| G21 <sub>1</sub>   | 20,0   | 5,0               | 13,5                  | 28,5         | 31,0              | 0,9              | 0,7    | 99,6  | 1,82            |                                                                                                                              |
| G21 <sub>2</sub>   | 46,5   | 9,0               | 7,0                   | 14,0         | 20,5              | 2,2              | 0,7    | 99,9  | 62,11           |                                                                                                                              |
| G21 <sub>3</sub>   | 45,0   | 9,0               | 10,5                  | 15,0         | 17,8              | 2,5              | 0,2    | 100,0 | 17,42           |                                                                                                                              |
| / G21 <sub>4</sub> | 39,5   | 7,5               | 10,5                  | 13,5         | 27,5              | 2,4              | 0,1    | 100,5 | 42,59           |                                                                                                                              |
| G34 <sub>1</sub>   | 12,0   | 2,5               | 9,5                   | 30,0         | 44,5              | 0,7              | 0,4    | 99,6  | 17,08           |                                                                                                                              |
| G34 <sub>2</sub>   | 33,0   | 5,0               | 7,5                   | 17,0         | 35,0              | 1,9              | 0,5    | 99,9  | 2,07            |                                                                                                                              |
| G34 <sub>3</sub>   | 34,0   | 5,0               | 9,5                   | 14,5         | 34,6              | 2,0              | 0,3    | 99,9  | 3,65            |                                                                                                                              |
| G34                | 42,0   | 5,0               | 4,5                   | 11,5         | 33,0              | 2,9              | 0,2    | 99,1  | 74,63           |                                                                                                                              |
| / G34 <sub>5</sub> | 52,0   | 11,5              | 5,2                   | 12,0         | 13,8              | 5,2              | -      | 99,7  | 13,89           |                                                                                                                              |
| =====              |        |                   |                       |              |                   |                  |        |       |                 |                                                                                                                              |
| G5 <sub>1</sub>    | 37,0   | 18,5              | 16,8                  | 20,0         | 4,0               | 3,0              | 1,5    | 100,8 | 0,00            | S<br>o<br>l<br>s<br><br>P<br>e<br>u<br><br>E<br>v<br>o<br>l<br>u<br>e<br>s                                                   |
| G5 <sub>2</sub>    | 29,0   | 13,0              | 20,5                  | 27,0         | 8,0               | 1,5              | 0,6    | 99,6  | 0,04            |                                                                                                                              |
| / G5 <sub>3</sub>  | 44,0   | 20,0              | 20,0                  | 11,7         | 2,8               | 0,8              | 0,7    | 100,0 | 0,00            |                                                                                                                              |
| P6 <sub>1</sub>    | 31,5   | 34,0              | 6,0                   | 17,4         | 6,0               | 2,1              | 2,0    | 99,0  | 1,72            |                                                                                                                              |
| P6 <sub>2</sub>    | 44,0   | 22,0              | 9,5                   | 13,5         | 5,0               | 2,8              | 1,5    | 98,3  | 0,87            |                                                                                                                              |
| P6 <sub>3</sub>    | 22,0   | 6,0               | 12,0                  | 42,0         | 17,0              | 1,0              | 0,4    | 100,4 | 0,59            |                                                                                                                              |
| P6 <sub>4</sub>    | 20,0   | 7,5               | 11,5                  | 42,6         | 15,0              | 0,8              | 0,3    | 97,7  | 0,20            |                                                                                                                              |
| / P6 <sub>5</sub>  | 15,0   | 6,5               | 8,0                   | 53,5         | 16,0              | 0,6              | 0,2    | 99,8  | 0,33            |                                                                                                                              |
| G6 <sub>1</sub>    | 19,0   | 6,0               | 9,9                   | 28,5         | 34,0              | 0,7              | 0,6    | 98,7  | 0,82            |                                                                                                                              |
| G6 <sub>2</sub>    | 18,0   | 6,0               | 20,0                  | 37,0         | 19,0              | 0,8              | 0,2    | 101,0 | 0,37            |                                                                                                                              |
| / G6 <sub>3</sub>  | 11,0   | 4,0               | 8,5                   | 44,5         | 31,6              | 0,4              | 0,1    | 100,1 | 1,37            |                                                                                                                              |
| G8 <sub>1</sub>    | 11,0   | 7,0               | 24,0                  | 29,9         | 26,0              | 0,5              | 0,9    | 99,3  | 0,89            |                                                                                                                              |
| G8 <sub>2</sub>    | 19,0   | 7,0               | 11,0                  | 25,0         | 35,0              | 0,7              | 0,4    | 98,1  | 1,52            |                                                                                                                              |
| G8 <sub>3</sub>    | 19,0   | 4,0               | 12,0                  | 29,0         | 35,0              | 0,5              | 0,2    | 99,7  | 9,84            |                                                                                                                              |
| / G8 <sub>4</sub>  | 20,5   | 10,5              | 9,0                   | 21,0         | 37,0              | 1,2              | -      | 99,2  | 7,85            |                                                                                                                              |



# Porosité des Profils ayant servi à l'étude du régime hydrique



## LEGENDE

- Sols ferrugineux gravelonneux et ferrugineux hydromorphe (P3)
- - - - - Sol peu évolué alluvial (P6)
- - - - - Vertisol (P1)
- - - - - Sol brun vaticane (P3)
- - - Sols palomorphe vaticane (P2) et salins (P5)

Tableau de  $\frac{\text{N. humine}}{\text{N. sol}}$  des différents sols

| Echantillons     | N. sol ‰ | N.humine ‰ | $\frac{\text{N. humine}}{\text{N. sol}}$ | %                                         |
|------------------|----------|------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| G11 <sub>1</sub> | 0,380    | 0,200      | 52,6                                     | V<br>e<br>r<br>t<br>i<br>s<br>o<br>l<br>s |
| G12 <sub>1</sub> | 0,169    | 0,131      | 77,5                                     |                                           |
| G15 <sub>1</sub> | 0,454    | 0,278      | 61,2                                     |                                           |
| G17 <sub>1</sub> | 0,453    | 0,200      | 44,1                                     |                                           |
| G30 <sub>1</sub> | 0,313    | 0,237      | 75,7                                     |                                           |
| P9 <sub>1</sub>  | 0,417    | 0,166      | 39,8                                     | S.<br>F<br>e<br>r<br>r.<br>T<br>r<br>o.   |
| G13 <sub>1</sub> | 0,334    | 0,158      | 47,3                                     |                                           |
| G21 <sub>1</sub> | 0,353    | 0,190      | 53,8                                     |                                           |
| G34 <sub>1</sub> | 0,287    | 0,090      | 31,3                                     |                                           |
| P5 <sub>1</sub>  | 0,607    | 0,215      | 35,4                                     | S.<br>H<br>a<br>l<br>o.                   |
| G29 <sub>1</sub> | 0,203    | 0,078      | 38,4                                     |                                           |
| G5 <sub>1</sub>  | 0,628    | 0,368      | 58,8                                     | S.<br>p<br>e<br>u<br>E<br>v<br>o<br>l.    |
| P6 <sub>1</sub>  | 0,800    | 0,406      | 50,7                                     |                                           |
| G6 <sub>1</sub>  | 0,440    | 0,163      | 37,0                                     |                                           |
| G8 <sub>1</sub>  | 0,480    | 0,180      | 37,5                                     |                                           |



## DEFINITION DES UNITES CARTOGRAPHIQUES.

### UNITE I :

Ce sont des sols à teinte générale brun jaune (10 YR 5/4 à 10 YR 6/4) en B, à brun sombre en A, à structure vertique dans les horizons de profondeur (Bt ou Btc). Ces sols sont souvent à recouvrement sableux dont l'épaisseur est toujours inférieure à 20 cm : les profils caractéristiques sont G12 et G30 (voir fiche de description), G1.

### UNITE II :

Ce sont des sols qui présentent un profil de type ABC.

Un horizon supérieur brun jaune 10 YR 5/6 à brun fort (action de la matière organique ?) 7,5 YR 4/4, passant à brun (10 YR 5/3) dans le B, la structure en surface est souvent polyédrique : le B est toujours vertique à structure prismatique à sous-structure cubique avec des faces luisantes striées : ensuite l'arène quartzo-feldspathique apparaît. Ces sols sont "peu profonds" en moyenne 1,20 m.

Leur couleur en surface (20 à 30 cm) est très caractéristique et les différent des précédents (UNITE I); dans cette station, les roches qui affleurent diffèrent de par leur couleur des roches de l'UNITE I. Cette unité est bien représentée par les profils G15, G17, G11.

### UNITE III :

Ce sont des sols de couleur beige en surface sablo-graveleux et rouge ocre sur le reste du profil à rouge jaune (5 YR 5/8) avec présence de concrétions ferro-manganifères à niveau induré se présentant sous forme de gravillons : Profil P9.

UNITE IV :

Sol de couleur beige en surface à texture sablo-graveleuse et rouge ocre sur le reste du profil, dont le niveau induré apparaît très proche de la surface en carapace : Profil G36, G4.

UNITE V :

Sol de couleur beige en surface, à texture sablo-gravillonnaire à graveleuse et à horizon de profondeur bariolé, présentant des manifestations de l'hydromorphie évidente. Profil P3, G40.

UNITE VI :

Sols sablo-limoneux brun jaune (10 YR 5/4) reposant sur une couche gravillonnaire ferro Mn en surface : Profil G26.

UNITE VII :

Sols à caractère ferrugineux en surface reposant sur matériaux argilo-sableux souvent calcaire : Profil G21.

UNITE VIII :

Même définition que VII. La différence est que la couche gravillonnaire apparaît en profondeur à partir de 120 cm. G34.

UNITE IX :

Sol sablo-limoneux sur une faible épaisseur en surface (10 cm) passant ensuite à argilo-limoneux sur l'ensemble du profil, à teinte

grise (10 YR 5/1) à B à structure en colonnes nettes : Profils P2, G29, G2.

#### UNITE X :

Sols sableux à sablo-argileux sur l'ensemble du profil, présentant une compacité trop forte sur une portion de l'horizon, notamment en B dont l'échantillon présente une porosité en "mie de pain", P5.

#### UNITE XI :

Sols à texture sableuse sur au moins 1,50 m, pouvant être argilo-sableux en profondeur présentant une nappe phréatique ou non, mais présence presque toujours des tâches d'hydromorphies. G6 et G8.

#### UNITE XII :

Ce sont des sols caractérisés par :

- une couleur générale brun jaune sombre 10 YR 4/4 à brun gris très sombre 10 YR 3/2 ;
- sont très profonds ;
- texture limoneuse sur l'ensemble du profil ;
- horizons peu individualisé (type AC) ;
- à quelques tâches d'hydromorphies : profils G5', G5, une variante existe dans le nord-est du secteur où la base sableuse est atteinte à 1,60 m, en même temps apparition d'une nappe à éclipse : ce qui fait penser à un remblaiement de limons argiles sur sables P6.

#### UNITE XIII :

Association des sols de l'UNITE I, II due peut être au fait d'une variation locale de la topographie de l'Unité : mais cela ne nous

semble pas la raison car ces variations sont minimales : ce qui nous a pourtant frappé, c'est que à chaque fois que l'on observait les sols de l'Unité I ou II, les affleurements différaient dans leur nature lithologique. Les variations étaient tellement rapprochées qu'il nous a paru difficile de mettre un contour à chaque unité dans cette station.

UNITE XIV :

Sols à caractères ferrugineux ; profil peu développé profondeur (< 80 cm) ; l'altérite remontant souvent à la base de A1.

VERTISOLS

---

Description de profil/ G 1 /

- n 16      - Topographie : surface plane, pente locale environ 0,5 % ouest.  
           - Drainage : moyen.  
           - Roche-mère : migmatite à biotite.  
           - Végétation : formation herbacée et ligneuse haute et basse :  
                   *Andropogon pseudapricus*, *Loudetia togoensis*, *Lanea microcarpa*,  
                   *Bombax costatum*, *Balanites aegyptiaca*.
- 0-25      Brun jaune clair (10 YR 6/4), légèrement humide *in situ* à racines d'herbacées fines et moyennes à répartition généralisée dans l'horizon surtout les 10-15 premiers cm. Sableuse à sable fin à sablo-limoneuse poreuse à pores très fins ( $< 1\text{mm}$ ), quelques éléments ferro-manganifères environ 5 % de nodules très peu indurées. Structure massive à éclats émoussés à sous-structure particulière, transition très nette avec l'horizon sous-jacent, se traduisant par une fissuration horizontale.
- 25-40      Brun jaune (10 YR 5/4), légèrement humide *in situ* à quelques rares racines moyennes localisées ; texture argileuse faiblement sableuse à quelques graviers répartis dans l'ensemble de l'horizon environ 5 %, présence également d'éléments ferro-Mn, Se présentant sous forme de nodules, couleur sombre peu indurés ; peu poreux, structure polyédrique sub-anguleuse peu nette, transition nette.
- 40-80      Brun olive clair (2,5 Y 5/4), légèrement humide *in situ*, pas de racines, présence toujours de quelques éléments ferro-manganifères sous forme de points noirs dispersés dans l'horizon, peu indurés de dimension moyenne ( $\emptyset < 5\text{ mm}$ ) ; texture argileuse faiblement sableuse à sable fin ; structure polyédrique grossière et moyenne nette, transition diffuse.
- 80-120      Brun jaune (10 YR 5/4), argilo-sableuse à sable fin, quelques éléments secondaires manganésifères comme dans l'horizon (40-80), noirs, peu indurés et dimension moyenne. Structure polyédrique grossière nette, transition nette avec l'horizon sous-jacent qui est une altérite.
- 120-210      Gris-clair (10 YR 7/2), sec *in situ*, sans tache, texture sableuse grossière, altérite sableuse avec beaucoup de quartz, feldspath (90 %) mélangé à peu d'argile donnant à l'arène une structure particulière associée à une sous-structure polyédrique.

Description de profil/ G 12 /

- n 13 - Topographie: situé sur un versant au 1/3 supérieur: pente 3% ouest.  
 - Drainage: assez bon  
 - Roche-mère: Migmatite à biotite.  
 - Végétation: formations herbacées et ligneuses hautes: *Loudetia togoensis*, *Aristida kerstingii*, *Parkia biglobosa*, *Lanea microcarpa*, *Anona senegalensis*.
- 0-34 Brun sombre (10 YR 3/3) légèrement humide *in situ*, sablo limoneuse à sable grossier, débris organiques et quelques racines fines et moyennes d'orientation non identifiée revêtant les agrégats; poreux avec des pores très fins et fins (1-2 mm de Ø) vacuolaires et orientés horizontalement, meuble, friable, sans tache; structure particulière nette; transition très nette avec l'horizon suivant, matérialisée par une fissuration horizontale séparant la texture sableuse et celle argileuse.
- 34-83 Brun sombre (10 YR 3/3) légèrement humide *in situ* argilo sableuse à sable grossier, quelques rares racines moyennes d'orientation non identifiée revêtant les agrégats à distribution irrégulière, peu compact, très fissuré avec le dessèchement délimitant des agrégats grossiers de forme cubique; présence de taches olive sombre (5 y 2/2) et jaune olive (2,5 y 4/4) liées aux faces des unités structurales; faible effervescence localisée; très peu poreux, structure cubique grossière nette; présence de revêtement organo ferrugineux mince associé à des vides; transition graduelle irrégulière.
- 83-130 Olive jaune (2,5 y 6/6) légèrement humide *in situ*, pas de racine, très peu poreux, peu plastique, argilo sableuse à sable grossier, faible effervescence généralisée, présence de taches comme dans l'horizon précédent; quelques oxydes de fer et de manganèse diffus et en amas; fissurations verticales nombreuses comme dans l'horizon ci-dessus à la différence que les unités structurales exprimées sont de taille moins grossière; structure à tendance polyédrique, début de mélange d'altérite, transition graduelle.
- 1,30-2m. Mélange d'argile et d'arène quartzo feldspathique passant à partir de 2m à l'arène seule; argilo-sableuse à sable grossier, structure massive à éclats émoussés, peu nette à sous structure particulière; faible effervescence généralisée comme dans l'horizon précédent.

Description de profil

/ G 30 /

- 0 9      - Topographie : situé au 1/3 supérieur d'une pente longue de 400 m, pente locale 1 % vers l'ouest.  
           - Drainage : moyen.  
           - Roche-mère : migmatite à biotite.  
           - Végétation : formations herbacées et ligneuses  
                           *Aristida kerstingii*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Combretum glutinosum* essentiellement.
- 0-20     Brun jaune sombre (10 YR 4/4), légèrement humide *in situ*, poreux, dont les agrégats sont à pores nombreux fins et moyens de formes tubulaires, orientés horizontaux, quelques racines fines et moyennes d'orientation horizontale, à distribution irrégulière ; sans tache. Texture sablo-argileuse à sable grossier, avec très peu de graviers et très peu de cailloux ; aucune effervescence. Structure massive à éclats émoussés peu nette à sous-structure polyédrique. Transition distincte.
- 20-73    Brun jaune (10 YR 5/4), légèrement humide *in situ*, peu poreux dont les agrégats ont des pores peu nombreux fins et moyens ; faible effervescence ; horizon peu compact et non friable ; quelques racines fines et moyennes comme dans l'horizon ci-dessus. Texture argilo-sableuse à sable grossier. Structure en plaquettes obliques nettes ; présence de fissurations verticales dont l'écartement moyen est de 2 cm ; les agrégats de dimension moyenne et grossière présentent sur leurs faces horizontales des revêtements argileux minces de couleur brun jaune sombre (10 YR 4/2) ; présence également de faces luisantes et de faces de glissement. Transition diffuse irrégulière.
- 73-160   Brun jaune (10 YR 5/4), légèrement humide *in situ*, peu poreux, pas de racines, peu compact ; présence de carbonate de calcium en concrétions (30 % environ) de dimension moyenne, indurés de distribution généralisée. Texture argileuse ; effervescence vive sur les éléments carbonatés et normale dans la matrice. Structure en plaquettes obliques, peu nette associée à une structure prismatique grossière et moyenne ; présence de revêtements argileux nombreux comme dans l'horizon précédent ; la différence réside dans la couleur qui est brun jaune dans ce cas (10 YR 5/3). Transition distincte irrégulière.
- 160-210   Brun très pâle (10 YR 8/3) et brun jaune clair (10 YR 6/4), légèrement humide *in situ*, effervescence normale généralisée de la matrice ; meuble, pas de racines ; c'est une arène quartzofeldspathique sablo-limoneuse à tendance faiblement argileuse. Structure particulière nette.



Description de profil/ P 1 /

- 1 6      - Topographie : Surface plane rectiligne avec une pente très longue de 400 m, pente locale 0,5 % W.  
           - Drainage : assez bon.  
           - Roche-mère : migmatite à biotite.  
           - Végétation : *Bauhinia Thoningii*, *Balanites aegyptiaca*, *Andropogon pseudapricus*.
- 0-15      Brun jaune sombre (10 YR 4/4), légèrement humide *in situ*, sableux à sable grossier, poreux (pores fins et moyens), racines fines et moyennes d'orientation horizontale, à distribution assez régulière, pénétrant entre les agrégats ; structure particulière à faiblement polyédrique peu nette, très peu de graviers, transition graduelle.
- 15-34      Rouge jaune (5 YR 4/8), légèrement humide *in situ*, poreux (pores fins et moyens), quelques racines fines et moyennes d'orientation horizontale à distribution assez régulière ; graviers peu abondants ; présence de taches brunes très sombres (10 YR 2/2) liées aux faces des unités structurales en trainées verticales de dimension moyenne (5-10 mm), contrastées ; texture argilo-sableuse à sable grossier ; structure massive à éclats anguleux. Transition graduelle.
- 34-70      Brun jaune (10 YR 5/4), légèrement humide *in situ*, peu poreux, quelques rares racines fines et moyennes à distribution irrégulière ; graviers peu abondants, texture argilo-sableuse à sable grossier ; structure massive à éclats anguleux peu nette. Transition graduelle.
- 70-110      Brun jaune (10 YR 5/4), légèrement humide *in situ*, peu poreux, pas de racines, argilo-sableux à sable grossier. Structure massive à éclats anguleux peu nette. Transition distincte.
- 110-180      Altérite quartzofeldspathique, sableux, particulière.

## UNITE II

Description de profilP 8

- n 5      - Topographie : Surface légèrement ondulée: pente 1 %  
           - Drainage : moyen  
           - Roche-mère : migmatite leptyniques  
           - Végétation: formations herbacées denses et quelques arbustes:  
                   *combretum glutinosum*, *Bauhinia Thoningii*.
- 0-28      Brun jaune (10 YR 5/6) - légèrement humide sans taches, à  
           débris organiques présents et à racines moyennes, généralisées  
           dans l'horizon; poreux; quelques petites concrétions noires  
           manganifères s'incrustent dans la masse argileuse de l'horizon;  
           texture sablo-argileuse à sable grossier, structure polyédrique  
           nette, effervescence faible généralisée, transition graduelle.
- 28-70     Brun jaune (10 YR 3/4) légèrement humide *in situ*, sans tache ,  
           quelques racines de *Combretum glutinosum* jusqu'à 45-60 cm,  
           moyennes et à distribution irrégulière; présence d'éléments  
           manganifères comme en 0-28; texture argilo sableuse à sable  
           grossier; structure prismatique à tendance souvent cubique;  
           effervescence vive généralisée, transition graduelle.
- 70-120    Brun (10 YR 5/3), sans tache, pas de trace de matière organique;  
           éléments manganifères dispersés de taille assez petite (< 1 cm),  
           graviers calcaires petits à moyens sont répartis régulièrement  
           dans l'horizon tendant à se concentrer en certains endroits;  
           effervescence normale généralisée. Texture argileuse, structure  
           prismatique à sous-structure cubique, présentant des faces  
           luisantes à la base horizontale des agrégats cubiques; transition  
           graduelle.
- 120-180   Brun gris (10 YR 5/2) légèrement humide *in situ*, sablo argileuse,  
           structure particulière peu nette. Mélange d'altérite quartz  
           feldspathique avec de l'argile; altérite sableuse se présentant  
           vers 2m10 (observation à la tarière).

## UNITE II

Description de profil/G 15 /

- m.6 - Topographie: situé au 1/3 inférieur d'un versant long de 100m, pente locale 2,5 % Nord-Ouest.  
 - Drainage : bon.  
 - Roche-mère : Migmatites leptyniques  
 - Végétation: formations herbacées et ligneuses basses  
*Andropogon pseudapricus*, *Bauhinia Thonigii*, *Balammites aegyptiaca*.
- 0-23 Brun fort (7,5 YR 4/4) légèrement humide *in situ*, poreux, à pores fins et moyens, meuble avec des racines fines et grosses d'orientation oblique et à distribution assez régulière; texture sablo granulo-argileuse, à sablo-argileux à partir de 15-23 cm: structure particulière dans la partie supérieure passant à polyédrique vers 15-23 cm; transition graduelle régulière.
- 23-80 Brun jaune (10 YR 5/4) légèrement humide *in situ*, très peu poreux, peu compact, racines présentes, comme dans le 1er horizon, fines et grosses s'arrêtant vers 50-60cm; d'orientation oblique et à distribution assez régulière; texture argilo-sableuse à sable grossier- structure cubique moyenne et grossière nette; quelques graviers (5%) de formes diverses, faiblement altérées. La base de l'horizon présente un lit d'orthose en voie d'altération; des fissurations longitudinales et transversales délimitent les agrégats cubiques, pas de revêtement observé; transition diffuse irrégulière.
- 80-120 Brun (10 YR 5/3) légèrement humide *in situ*, argilo-sableux à sable grossier, très peu poreux pas de racines, peu compact, quelques éléments ferro manganifères(0,5%), structure cubique nette- pas de revêtement observé ; les fentes produisent le même effet que l'horizon 23-80.
- 120-180 Brun pâle (10 YR 6/3) légèrement humide *in situ*, sablo graveleux à sable grossier; il s'agit d'une arène feldspathique à quartzo feldspathique- Structure particulière grossière nette.

Description de profil/ G 17 /

- m.5      - Topographie: situé au 1/3 inférieure d'un versant de 50 m. de longueur, pente locale 1% S.W.  
           - Drainage: Bon  
           - Roche mère : Migmatite leptynique. .  
           - Végétation: Profil à la lisière d'un champ de gros mil (*Sorghum vulgare*) quelques balammites *aegyptiaca*.
- 0-33      Brun sombre (7,5 YR 4/4) légèrement humide *in situ*, sablo argileux à sable grossier; poreux à agrégats à pores nombreux peu compact, quelques racines moyennes et grosses d'orientation quelconque à distribution assez régulière revêtant les agrégats, faible effervescence généralisée; structure polyédrique moyenne peu nette; transition diffuse régulière.
- 33-100    Brun sombre (10 YR 4/3), légèrement humide *in situ*, quelques racines grosses et moyennes, d'orientation quelconque de distribution assez régulière et revêtant les agrégats; peu poreux, fissurations verticales nombreuses de 1 à 3 cm de largeur: texture argilo sableuse à sable grossier, quelques revêtements organo-argileux minces sur la face horizontale des agrégats; structure prismatique grossière à tendance cubique par endroit, faible effervescence généralisée, transition distincte régulière.
- 100-166   Brun pâle (10 YR 6/3) légèrement humide *in situ*, argilo-sableuse à sable grossier, effervescence normale généralisée; fissurations verticales comme en (33-100); structure prismatique nette, très peu poreux, compact, pas de racines; transition diffuse régulière.
- 166-200   Brun très pâle (10 YR 7/3) légèrement humide *in situ*, sablo argileuse à sable grossier, poreux avec des pores intergranulaires fins et moyens, pas de racine, peu compact, faible effervescence généralisée; structure à éclats anguleux passant vers le bas à une structure à tendance particulière (arène quartzo feldspathique).

## UNITE II

Description de profilG 11 /

- Topographie: situé au 1/3 inférieur d'un versant: pente locale 2 % vers l'ouest.
- Drainage : bon
- Roche-mère: Migmatite à biotite
- Végétation: formations herbacées : *Andropogon pseudapricus*, *Cymbopogon schoenanthus*: quelques *lanea microcarpa*.

- 0-20 Brun sombre (10 YR 4/4) légèrement humide *in situ* à quelques racines fines et moyennes (1-5 mm) à orientation horizontale et à distribution assez régulière, très poreux à pores fins et moyens, de formes vacuolaires, texture sablo-graveleuse avec une teneur en graviers pouvant atteindre 50 %. Structure particulière peu nette passant à polyédrique subanguleuse vers la base, faible effervescence généralisée, transition distincte.
- 20-80 Brun jaune (10 YR 5/4) légèrement humide *in situ*, quelques racines fines et moyennes ) orientation horizontale et à distribution assez régulière; peu poreux, pores très fins et fins (1-2 mm) et sans orientation dominante, texture argilo-sableuse à sable grossier, structure cubique nette à faces striées luisantes tapissées souvent de racinettes, de couleur noire; revêtements organo-argileux minces sur les faces inférieures des agrégats de couleur brun sombre (10 YR 4/3); faible effervescence généralisée; transition diffuse ondulée.
- 80-185- Gris clair (10 YR 8/2) légèrement humide *in situ*, sableux à sable grossier, faible effervescence généralisée, non poreux, très friable, pas de racine. C'est une altérite feldspatho-quartzique à structure massive à sous-structure particulière nette.



SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX  
-----

Description de profilP 9

- f 16 -Topographie: Surface en croupe:situé sur la croupe, pente locale 2° N.W.  
 -Drainage : assez bon  
 -Roche-mère : Migmatite Leptynique.  
 -Végétation : formations herbacées et ligneuses basses:  
*Cymbopogon sch.* *Andropogon pseudapricus*, *schizachyrium exile*  
*Parkia biglobosa*, *Vittelaria paradoxa*.
- 0-10 Brun jaune clair(10 YR 6/4) à brun jaune (10 YR 5/4),sec, *in situ*, sans tache: environ 10% de graviers de nature quartzique de forme arrondie, faiblement altérés, poreux (pores très fins)et forme intergranulaire, meuble,fragile; assez de racines fines et moyennes,d'orientation non identifiée à distribution régulière; présence de traces biologiques peu nombreuses (galeries non identifiées probablement de fourmis et ou de lombrics); racines essentiellement de graminées (*Andropogon pseudapricus*, *Cymbopogon schoenanthus*);texture sablo-graveleuse à sable grossier; présence en plus des graviers quartziques, de gravillons ferrugineux de dimension centimétrique; structure massive à éclats émoussés peu nette; transition diffuse ondulée.
- 10-50 Brun pâle (10 YR 6/3) à brun (10 YR 5/3) sec *in situ*, très peu poreux; à quelques racines jusqu'à 30-35 cm moyennes d'orientation horizontale, pénétrant entre les agrégats;beaucoup plus de gravillons que dans l'horizon précédent environ 40% disposés en amas soudés par un ciment argileux consolidé lors du dessèchement de l'horizon,texture gravelo-sableuse à sable grossier; structure massive à éclats émoussés peu nette; transition distincte irrégulière.
- 50-100 Rouge jaune (5 YR 5/8) sec, *in situ*, non poreux, compact sans racines, sans taches; texture argilo-graveleuse, très gravillonnaire (environ 60%) de couleur rouge et sombre (Fe et Mn), quelques cailloux de quartz non altérés subsistent dans l'horizon; structure massive à éclats anguleux peu nette; transition diffuse.
- 100-180 Brun fort (7,5 YR 5/8) sec, *in situ*, peu compact, quelques taches fines contrastées à limites peu nettes, traînées verticales, couleur sombre (10 YR 2/2), liées aux faces des unités structurales; texture argilo-sableuse à sable grossier; présence d'éléments ferro manganifères distribués en amas dans l'horizon,environ 40%; structure massive à éclats émoussés, peu nette; transition avec l'altérite non observée jusqu'à 2m10 à la tarière.



Description de profil/ G 4 /

- i 16 - Topographie : situé au sommet d'une croupe, pente locale 2 % environ N E.  
 - Drainage : assez bon.  
 - Roche-mère : migmatite leptynique.  
 - Végétation : végétation très claire, herbacées dominantes *Schizachyrium exile*, *Andropogon pseudapricus*, rares *Cymbopogon schoenanthus*.
- 0-15 Jaune brun (10 YR 6/3), sec *in situ*, sans tache, à débris organiques et quelques radicelles ; sablo-graveleux à sable grossier ; assez poreux ; aucune effervescence à l'Hcl N/10 présence de graviers et de cailloux dont la proportion est de l'ordre de 30 % et 5 % la plupart des graviers sont sous forme de concrétions ferro-manganifères peu indurées, le reste étant quartzofeldspathique peu altéré. Structure particulière grossière ; transition diffuse.
- 15-40 Gris clair (10 YR 7/2), sec *in situ*, quelques taches brun jaune clair (10 YR 6/4) ; présence de radicelles moindre que dans l'horizon (0-15) assez poreux ; aucune effervescence ; présence de blocs de cuirasses au sommet de l'horizon ; les graviers demeurent abondants ainsi que les cailloux environ 40 à 50 % ; texture graveleuse ; structure grenue peu nette. Transition graduelle.
- 40-110 Rouge (2,5 YR 4/6), sec avec de nombreuses taches en formes irrégulières et sans relations visibles avec les autres caractères. Les taches sont de couleur brun jaune clair (10 YR 6/4) ; il existe également des éléments ferro-manganifères sous forme de concrétions dont dominant les manganifères noirs (7,5 YR 3/0) ; présence également de graviers moins abondants qu'en 15-40 ; cependant beaucoup plus argileux que les deux horizons précédents. Texture gravelo-argilo-sableuse. Structure particulière peu nette. Transition graduelle.
- 140-160 Brun jaune sombre (10 YR 4/4), légèrement humide *in situ* ; présence de graviers comme en 110-140 ; pas de cailloux, présence de taches beiges comme en 110-140. Texture argilo-graveleuse faiblement sableuse à sable grossier. Structure polyédrique peu nette.

Description de profil/ P 3 /

- k 5 - Topographie : surface plane ; haut de pente pratiquement nulle et longue 400 m.  
 - Drainage : médiocre.  
 - Roche-mère : alluvions sablo-argileuses.  
 - Végétation : herbacée dominante : *Aristida keistingii*, *Loudetia togoensis*, quelques *Parkia biglobosa*.
- 0-15 Brun jaune sombre (10 YR 4/4), sec *in situ*, assez poreux pores moyens et nombreux, sans tache ; présence de racines grosses de *Parkia biglobosa* et petites de graminées (*Cymbopogon schoenanthus*) ; la distribution des racines est régulière. Texture sablo-argileuse à sable grossier. Structure polyédrique peu nette. Transition diffuse.
- 15-33 Brun jaune (10 YR 5/6), légèrement humide *in situ*, poreux comme dans le premier horizon (0-15) avec des pores moyens nombreux ; présence d'éléments ferro-manganifères peu indurés environ 10 % ; sans tache ; présence de racines grosses de *Parkia biglobosa* et de radicelles de graminées ; à distribution assez régulière ; graviers peu abondants environ 8 %. Texture sablo-argileuse à sable grossier. Structure polyédrique peu nette. Transition distincte.
- 33-55 Brun jaune (10 YR 6/6), légèrement humide *in situ*, graviers peu abondants avec prédominance de graviers ferro-mn. Texture argilo-sableuse à sable grossier. Structure massive peu nette parce que agglomérée par de l'argile en proportion notable ; taches nombreuses en trainées verticales discontinues ; assez contrastées par rapport à l'ensemble de la matrice ; couleur des taches brun rouge (2,5 YR 4/4). Transition distincte.
- 55-80 Brun pâle (10 YR 6/3), légèrement humide *in situ*, très peu poreux ; graviers peu abondants et de nature ferro-manganifères avec prédominance de Mn ; taches nombreuses brun rouge (5 YR 5/4). Texture graveleuse. Structure grenue à particulaire peu nette. Transition distincte.
- 80-150 Brun rouge (2,5 YR 4/4), très humide voire noyée *in situ*, assez poreux (porosité intergranulaire essentiellement) ; très nombreux gravillons de nature ferro-mn à diamètre allant de 2 à 5 cm de formes arrondies. Texture argilo-graveleuse à gravelo-argileuse par endroits. Présence de taches nombreuses plus délavées, brun rouge clair (5 YR 6/3). Horizon noyé par la présence d'une nappe à 1,50 m de profondeur.

Description de profil/G 26 /

- d.5      -Topographie : Surface en bombement: situé sur un versant dont la pente locale est de 4% vers le Sud-Est.  
           -Drainage : bon  
           -Roche mère: Migmatite Leptynique  
           -Végétation: formations herbacées: *Andropogon pseudapricus*.
- 0-7        Brun jaune, sec, *in situ*(10 YR 5/4), couche sablo limoneuse à sable grossier, sans tache, à quelques racines fines et moyennes à distribution régulière, poreux, meuble, structure particulière à tendance grumeleuse peu nette; transition diffuse régulière.
- 7-40       Brun jaune (10 YR 5/6) sec *in situ*, quelques racines fines et moyennes à distribution irrégulière, texture sablo-graveleuse, peu poreuse, très grossière à gravillons ferro-manganifères peu indurés sur une quarantaine de cm; quelques taches d'oxydo-réduction peu contrastées; structure grenue, transition graduelle.
- 40-90      Brun jaune (10 YR 5/4) à sec, *in situ* présentant des taches peu contrastées comme en (7-40), à effervescence normale généralisée, compact, sans racine, très peu poreux, texture sableuse à sable grossier; structure particulière peu nette; transition distincte.
- 90-160     Altérite blanche (10 YR 8/1) à sec *in situ* texture argilo-sableuse, matériel essentiellement quartzo feldspathique, effervescence faible localisée, structure massive à éclats anguleux.

UNITE VI

Description de profilG 21 /

- G 9      - Topographie : situé sur une plaine très longue environ 600m  
 pente locale pratiquement nulle < 0,5 %.  
 - Drainage : médiocre.  
 - Roche-mère: Migmatite Leptynique  
 - Végétation : Végétation très claire:(Savane parc anthropique)  
*Bombax costatum*, *Adansonia digitata*, *Parkia biglobosa*, *Lanea microcarpa*.
- 0-17      Brun jaune (10 YR 5/6) sec, *in situ*, à quelques racines fines  
 et moyennes d'orientation non identifiée et à distribution  
 assez régulière, peu poreux, peu compact, texture sablo-  
 limoneuse à sablo-argileuse et à sable fin; structure particu-  
 laire peu nette à structure massive peu nette; pas d'efferves-  
 cence, très peu de graviers. Transition graduelle irrégulière.
- 17-41      Jaune-brun (10 YR 6/6) à sec *in situ*, constituée par une  
 couche importante de graviers souvent ferro-manganifères  
 40% environ de graviers altérés de forme arrondie, texture  
 gravelo- sableuse à sable grossier, faible effervescence  
 généralisée- structure particulière; transition distincte  
 régulière, quelques racines moyennes.
- 41-75      Brun jaune (10 YR 5/6) légèrement humide *in situ* efferves-  
 cence normale, présence d'éléments carbonatés et également  
 ferro-manganifères , pas de racines; très peu poreux, tex-  
 ture argileuse; structure en plaquettes obliques, nette,  
 transition distincte.
- 75-137      Brun olive clair (2,5 Y 5/6) à légèrement humide, *in situ*,  
 très peu poreux, texture argilo sableuse à sable grossier  
 effervescence normale généralisée- présence de taches beiges  
 et de concrétions calcaires nombreuses vers la base, et  
 également de nodules manganifères (noirs) de taille moyenne  
 peu indurées- transition distincte irrégulière.
- 137-160      Brun très pâle (10 YR 7/3) légèrement humide *in situ*  
 peu poreux, texture argileuse, effervescence normale généra-  
 lisée, structure massive à sous-structure polyédrique sub-  
 anguleuse peu nette.

Description de profil

/ G 34 /

- 1 3      - Topographie : surface en bombement, situé au 1/3 supérieur d'une pente de 200 m , pente locale 0,5 %.
- Drainage : moyen (présence d'une nappe faible à 160 cm).
- Roche-mère : migmatites leptyniques.
- Végétation : formation ligneuse haute claire située dans un champ non cultivé ; abondance d'herbacées : *Aristida kerstingii*, quelques *Parkia biglobosa*.
- 
- 0-15      Brun jaune sombre (10 YR 4/4), sec *in situ*, à débris organiques sous forme de brindilles, peu nombreux, à racines moyennes d'orientation quelconque, à distribution régulière revêtant les agrégats, peu poreux. Texture sableuse à sable grossier sans taches ; aucune effervescence notée. Structure particulière peu nette. Transition distincte régulière.
- 
- 15-39      Brun fort (7,5 YR 5/6), légèrement humide *in situ*, peu poreux, quelques racines moyennes, quelques brindilles organiques, faible effervescence. Texture sablo-argileuse à sable grossier. Structure polyédrique sub-anguleuse nette. Transition diffuse régulière.
- 
- 39-120      Brun jaune (10 YR 5/6), légèrement humide *in situ*, peu poreux, peu compact, peu friable, pas de racines, faible effervescence généralisée, pas d'éléments grossiers comme dans les deux horizons précédents. Texture sablo-argileuse à sable grossier, quelques rares taches beige en trainées verticales à limites peu nettes. Structure polyédrique sub-anguleuse nette. Transition diffuse irrégulière.
- 
- 120-165      Brun pâle (10 YR 6/3), légèrement humide *in situ*, peu poreux, pas de racines, peu compact, friable, quelques taches d'oxydo-réduction : 60 % d'éléments grossiers de nature ferro-mangani-fères : de taille moyenne (5-15 mm) indurés et généralisés, de forme nodulaire. Texture granulo-argileuse. Structure particulière grossière. Transition distincte régulière.
- 
- 165-215      Olive pâle (5 Y 6/3), légèrement humide *in situ*, peu compact pas de racines ; effervescence vive généralisée, sans tache. Texture argileuse. Structure prismatique grossière nette.

Description de profil/ P 4 /

- k 4
- Topographie : situé dans un talweg en bas de pente : 4 % W.
  - Drainage : médiocre (présence d'une nappe à éclipse toute la saison de pluie, remontant jusqu'à la base du 1er horizon (0-38) ).
  - Roche-mère : alluvions sablo-argileuses.
  - Végétation : herbacées : *Andropogon pseudapricus* essentiellement.
- 0-38 Brun jaune (10 YR 5/4), sec *in situ*, poreux ; quelques racines de graminées (*Andropogon pseudapricus*) moyennes et fines et à distribution régulière ; quelques taches brun jaune en trainées verticales. Texture argilo-sableuse à sable grossier. Structure polyédrique peu nette. Transition diffuse.
- 38-72 Brun (10 YR 5/3), légèrement humide *in situ*, assez poreux, présence de quelques débris racinaires à distribution régulière ; nombreuses taches peu épaisses brun jaune (10 YR 5/6) en trainées verticales. Texture argilo-sableuse à sable grossier. Structure polyédrique sub-anguleuse peu nette. Transition diffuse.
- 72-160 Brun (7,5 YR 5/4), légèrement humide *in situ*, apparemment non humifère, peu poreux ; bariolé brun et brun pâle (10 YR 6/3) ; très nombreuses taches (10 YR 6/3). Texture argilo-sableuse à sable grossier. Structure polyédrique sub-anguleuse peu nette. Transition distincte, passant ensuite à un niveau gravillonnaire ferro-manganifère (20 cm d'épaisseur). Niveau d'apparition d'une nappe à éclipse qui remonte jusqu'à la base du 1er horizon pendant la saison pluvieuse (juillet octobre).
- 160-2 m Niveau gravillonnaire 70 % aggloméré à de l'argile jusqu'à 1,80 m ; de 180-2 m on a une argile olive pâle (5 Y 6/3 à 6/4). Texture très argileuse avec une structure massive à tendance prismatique peu nette. L'argile présente une effervescence faible généralisée.

### Description de profil

/G 13/

- 0.16 - Topographie: Situé au 1/3 inférieur d'un versant pente locale faible 1 % nord.  
 - Drainage : assez bon  
 - Roche mère : Migmatite à biotite  
 - Végétation: Champ de "petit" mil et présence d'arbres de taille relativement haute 15-20mm: ce sont des *Parkia biglobosa*, *Lanea microcarpa*, *Sclerocarya birrea*, *Balanites aegyptiaca*.
- 0-25 Brun fort légèrement humide *in situ*, sans tache, à débris organiques (résidus de culture de mil), à racines fines et moyennes d'orientation horizontale, de distribution régulière pénétrant les agrégats, poreux avec des pores très fins et fins, vacuolaires et verticaux, texture sablo limoneuse à sable grossier, structure massive à éclats émoussés, nette transition diffuse ondulée.
- 25-60 Brun jaune sombre (10 YR 4/3) légèrement humide *in situ*, quelques racines grosses ( $\emptyset > 5$  mm) d'orientation horizontale et de distribution irrégulière, poreuse à pores très fins et fins, vacuolaires, verticaux, peu compact; texture sablo-argileuse à sable grossier dans une bonne partie de l'horizon et sableuse dans l'autre portion, ceci à cause de l'horizon sous-jacent qui remonte et vient buter sur la base de l'horizon A1(0-25); présence de quelques taches rouille rouge jaune (10 YR 6/8), sans relation visible avec les autres caractères; structure massive à éclats émoussés à sous structure polyédrique dans la partie sablo-argileuse et à sous structure particulière dans la partie sableuse; transition graduelle.
- 60-160 Brun très pâle (10 YR 7/3) légèrement humide *in situ*, pas de racine, sableuse à sable grossier, faible effervescence localisée; présence de carbonate de calcium (3%) diffus dans la masse de l'horizon; peu poreux avec des pores fins et intergranulaires; absence de fissuration; structure massive à éclats émoussés à sous-structure particulière; altérite remontant jusqu'à la base de l'horizon (0-25).





SOLS HALOMORPHES

---

### Description de profil

/ G 2 /

- m 16      - Topographie : Surface légèrement ondulée : pente locale 1 % vers le sud-ouest.  
             - Drainage : moyen.  
             - Roche-mère : migmatite à biotite.  
             - Végétation : formation ligneuse haute claire ; beaucoup d'épineux comme : *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea*, quelques *Cymbopogon schoenanthus*.
- 0-25 30 Brun jaune (10 YR 5/4) sec *in situ*, quelques racines fines et moyennes (2-5 mm) d'orientation horizontale, à distribution assez régulière, pénétrant entre les agrégats ; texture sablo-graveleuse peu poreux à pores fins, compact, fragile ; quelques taches d'oxydo-réduction arrondies moyennes (5-15 mm) et contrastées brun jaune sombre (10 YR 5/8) et brun très sombre (10 YR 2/2), à limites nettes et sans relations visibles avec les autres caractères (racines, unités structurales) faible effervescence localisée ; structure particulière à tendance polyédrique ; transition diffuse ondulée.
- 25- 30- 60 Brun (10 YR 5/3) sec *in situ* à taches de mêmes caractéristiques que l'horizon (0-25), à quelques racines de même caractéristique que l'horizon (0-25), très compact et peu fragile, peu poreux, à effervescence normale et localisée, quelques éléments ferro-manganifères, environ 10 %, texture argilo-sableuse à sable grossier. Structure massive à éclats anguleux nette. Transition diffuse ondulée.
- 60-120 Brun pâle (10 YR 6/3) sec *in situ*, texture argilo-sableuse à sable grossier à nombreuses taches noires dominantes d'oxydo-réduction arrondies et moyennes, contrastées, comme les deux premiers horizons ci-dessus, présence de graviers, calcaires abondants 50 % environ (en nodules et en grains), effervescence vive généralisée, compact, fragile, pas de racines, très peu poreux, structure massive à éclats émoussés. Transition distincte régulière.
- 120-180 Brun pâle (10 YR 6/3), sec *in situ*, argilo-sableux à sable grossier parfois calcaire, pas de tache, sinon rare, pas de racines, faible effervescence généralisée à effervescence normale localisée, la proportion d'éléments grossiers calcaires ou secondaires diminue brutalement (5 % à 3 %), de forme diffuse et localisée, horizon peu compact et fragile, structure massive à éclats émoussés. L'altérite est atteinte à 200 cm à la tarière, la transition est progressive.



Description de profil

/ P 2 /

- 1 5      - Topographie : Situé en bas de pente 2 % S W.  
           - Drainage : médiocre.  
           - Roche-mère : migmatite à biotite.  
           - Végétation : quelques *Balammites aegyptiaca*, *Schoenefeldia gracilis*.
- 0-10     Brun pâle (10 YR 6/3), sec *in situ*, peu compact, peu fragile. Quelques racines moyennes et grosses d'orientation horizontale et à distribution irrégulière ; poreux (pores fins et moyens) sans tache ; très peu de graviers, texture sablo-limoneuse à sable grossier ; structure particulière peu nette ; transition distincte régulière.
- 10-43    Brun sombre (10 YR 3/3), légèrement humide ; quelques racines moyennes et grosses à distribution irrégulière, présents surtout jusqu'à 30-35 cm ; très peu de graviers, très peu de cailloux ; peu poreux ; texture argilo-sableuse à sable grossier ; effervescence normale généralisée ; présence de carbonate de calcium en concrétions. Structure en colonnes nettes, transition graduelle.
- 43-80    Gris (10 YR 5/1), légèrement humide *in situ*, très peu poreux ; présence de nodules calcaires environ 50 % ; effervescence vive généralisée ; pas de racines. Compact ; argilo-limoneuse ; structure polyédrique grossière peu nette. Transition diffusE.
- 80-120   Gris (10 YR 5/1), légèrement humide *in situ*, toujours présence de nodules calcaires jusqu'à 100 cm, environ 60 %. Effervescence vive généralisée, texture argilo-limoneuse ; structure polyédrique grossière peu nette. Transition distincte irrégulière.
- 120-160   Altérite jaune pâle (5 Y 7/4), légèrement humide *in situ* ; essentiellement quartzofeldspathique avec des passés argileux ; effervescence faible généralisée ; texture sableuse à sable grossier ; structure particulière assez nette.

UNITE IX

Description de profil

/ G 29 /

- m '      - Topographie : situé en bas d'un long glacis : pente 1 % N W.  
           - Drainage : médiocre.  
           - Roche-mère : migmatite leptynique.  
           - Végétation : végétation très claire, quelques *Balanites aegyptiaca*, présence essentiellement d'herbacées par plages comme *Schoenefeldia gracilis*, *Cymbopogon schoenanthus*.
- 0-13      Brun pâle (10 YR 6/3), sec *in situ*, peu compact, peu fragile quelques racines moyennes et grosses d'orientation horizontale à distribution assez régulière, poreux avec des pores fins et moyens de formes tubulaires, et horizontaux sans tache. Texture sablo-limoneuse à sable grossier. Structure particulière peu nette. Transition distincte.
- 13-70     Brun jaune (10 YR 5/4), légèrement humide *in situ*, quelques racines moyennes et grosses moins nombreuses qu'en (0-13) ; quelques taches de dégradation, peu contrastés, de formes non identifiées à limites peu nettes ; peu poreux, compact, présence de carbonate de calcium en concrétions environ 15 % de dimension moyenne 5-15 mm de Ø indurés et localisés ; effervescence normale généralisée. Texture argilo-limoneuse. Structure en colonnes nettes. Transition diffuse.
- 70-130    Brun jaune (10 YR 5/4), légèrement humide *in situ*, à brun pâle (10 YR 6/3), sans tache, peu poreux, compact, pas de racines. Texture argilo-limoneuse à effervescence vive généralisée. Structure massive à éclats émoussés à sous-structure polyédrique peu nette. Transition distincte.
- 130-170   Blanc (10 YR 8/2), légèrement humide *in situ*, porosité intergranulaire développée. Texture sablo-limoneuse à sable grossier, meuble, pas de racines. Structure particulière nette, effervescence normale généralisée.
- 170-210   Jaune pâle (5 Y 7/4), légèrement humide *in situ*, porosité intergranulaire développée ; arène quartzofeldspathique. Texture sableuse à sable grossier, faible effervescence généralisée. Structure particulière nette.

Description de profil/ P 5 /

- k<sub>3</sub>
- Topographie : surface en cuvette, pente locale 1 %.
  - Drainage : médiocre.
  - Roche-mère : alluvions sablo-argileuses.
  - Végétation : près d'un champ de mil rouge (*Panicum*) à productivité médiocre ; nombreux *Schoenofeldia gracilis*.
- 0-25-30 Gris brun clair (10 YR 6/2), sec *in situ*, à débris organiques, à racines fines (1-2 mm), à orientation quelconque et à distribution régulière. Présence de galeries de lombrics, poreux avec des agrégats à pores nombreux fins et moyens (2-5 mm), de forme tubulaire sans orientation dominante. Texture limono-sableuse à sable fin. Structure polyédrique peu nette. Transition nette ondulée.
- 25-30-65 Brun pâle (10 YR 6/3), sec *in situ*, apparemment non organique, pas de racines ; taches brun jaune (10 YR 5/8) moyenne (5-15 mm), contrastées à limites nettes, entraînées sans orientation préférentielle ; compact peu fragile, peu poreux avec des agrégats à pores nombreux (porosité en mie de pain). Texture sableuse à sable fin. Structure massive à sous structure particulière peu nette. Transition diffuse ondulée.
- 65-120 Brun très pâle (10 YR 7/3) à brun pâle (10 YR 6/3), sec *in situ*, à taches de même caractéristique que l'horizon ci-dessus, très compact et peu fragile, peu poreux avec des agrégats à pores peu nombreux ; horizon non organique ; texture sableuse à sable grossier ; structure massive à éclats émoussés. Porosité des agrégats en "mie de pain". Transition diffuse ondulée.
- 120-180 Gris (10 YR 6/1), humide *in situ*, argilo-sableuse à nombreuses taches brun jaune (10 YR 5/8), moyennes (5-15 mm), contrastées à limites nettes en trainées sans orientation préférentielle. Structure polyédrique sub-anguleuse nette. Présence de suintement d'eau à 150 cm humectant la base du profil. Transition non observée jusqu'à 2,50 m.

UNITE X



SOLS PEU EVOLUES  
-----



Description de profil

/ G 6 /

- d 11 - Topographie : situé au 1/3 inférieur d'un versant, pente locale 0,5 % nord-ouest.  
 - Drainage : médiocre.  
 - Roche-mère : alluvions sablo-argileuses.  
 - Végétation : formation herbacée et ligneuse haute : *Cymbopogon schoenanthus*, *Andropogon pseudapricus*, *Loudetia togoensis*, *Parkia biglobosa*.
- 0-22 Brun jaune sombre (10 YR 4/4), légèrement humide *in situ*, racines fines et moyennes d'herbacées d'orientation horizontale et à distribution régulière pénétrant les agrégats, quelques taches noires de réduction, texture sablo-limoneuse, peu compact, poreux avec des pores fins et moyens de formes tubulaires, d'orientation verticale dominante ; structure polyédrique peu nette dans la partie supérieure à tendance grumelleuse, peu nette vers la base, sans élément grossier, transition diffuse interrompue.
- 22-63 Brun jaune (10 YR 5/6), légèrement humide *in situ*, débutant par une mince couche (3-4 cm) gravillonnaire, discontinue, poreuse, à pores fins et moyens. Quelques racines fines et moyennes (2-5 mm) à distribution irrégulière pénétrant les agrégats, texture sablo-gravillonnaire à sablo-argileuse ; structuration particulière à faiblement polyédrique par endroit, peu nette ; quelques taches noires comme dans le (0-22) ; transition diffuse ondulée.
- 63-96 Brun jaune à brun sombre (10 YR 5/4 à 10 YR 4/4), humide *in situ*, poreux, à quelques racines moyennes et grosses ( $\emptyset < 5$  mm), à distribution irrégulière : (racines grosses de *Parkia biglobosa*), texture sablo-argileuse à sable grossier ; structure particulière à faiblement polyédrique subanguleuse peu nette avec de nombreuses taches noires diffuses, apparemment manganifères. Transition diffuse irrégulière.
- 96-140 Jaune brun (10 YR 6/6), très humide *in situ*, horizon fluant à partir de 120 cm, présence toujours de quelques racines moyennes et grosses à distribution irrégulière, texture sablo-argileuse à sable grossier, les taches noires persistent mais en quantité moindre par rapport à l'horizon (63-96) ; structure fondue à sous-structure particulière, nette ; apparition de la nappe dès 1,40 m.  
 L'observation à la tarière a été impossible dans ce profil après 1,60 m environ à cause de la texture de l'horizon du dessous, franchement sableuse à sable grossier et la difficulté de remonter du sable bouillant à travers une nappe d'eau.



Description de profil/ G 8 /

- e 10      - Topographie : Surface à fond plat avec une pente < 0,5 % vers l'est.  
           - Drainage : médiocre  
           - Roche-mère : Alluvions sablo-argileuse.  
           - Végétation: formation ligneuse haute et herbacée.  
               *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Combretum glutinosum*,  
               *Loudetia togoensis*.
- 0-17      Brun (10 YR 5/3) à sec *in situ*, à débris organiques et à racines moyennes d'orientation horizontale, à distribution irrégulière, poreuse dont les pores sont fins et moyens, meuble ; texture sableuse à sable fin; structure grumeleuse, peu nette, transition diffuse régulière.
- 17-52      Brun jaune clair (10 YR 6/4), à sec *in situ*, sablo-granuleuse à sable grossier, quelques racines moyennes à distribution irrégulière, présence de quelques graviers et de concrétions ferro-manganifères , environ 10%, moyennes (5-15mm) peu indurées et généralisées, peu compact; structure particulière nette, transition diffuse.
- 52-126      Brun jaune (10 YR 5/4) à sec *in situ* à brun jaune sombre (10 RY 4/4 ), absence de racines, peu poreux à pores fins et moyens; peu compact; texture sableuse à sable grossier, structure polyédrique subanguleuse peu nette, à sous-structure particulière; quelques concrétions ferro-manganifères comme en (17-52) environ 10%, peu indurées et généralisées- transition diffuse.
- 126-160      Jaune brun (10 YR 5/4) à brun jaune (10 YR 5/6) à légèrement humide *in situ*, sans racines, peu poreux à pores fins et moyens, peu compact, sablo-argileuse à sable grossier avec quelques taches rouilles et beige de moindre importance; structure polyédrique, peu nette.

Description de profilG 5

- d 14 - Topographie : surface à fond plat, sans pente pratiquement sinon < 0,5 % vers le nord-ouest.  
 - Drainage: médiocre  
 - Roche-mère : Alluvions sablo-argileuses, remblaiement limoneux.  
 - Végétation : Formation herbacée et ligneuse et basse: *Citaria palidifusca*, *Cacia mimosides*, *Mytragyna inermis*, *Vetiveria negritiana*, *Pennesetum pedicillatum*.
- 0-30 Brun jaune sombre (10 YR 4/4), légèrement humide *in situ*, sans tache, à débris organiques racinaires, à racines fines et moyennes, orientées horizontalement à quelconque; leur distribution est généralisée dans l'horizon; texture limoneuse, poreuse avec des agrégats à pores nombreux et fins, présence d'une fissuration de 5 mm de largeur débutant dans l'horizon; structure polyédrique subanguleuse peu nette, transition diffuse.
- 30-85 Brun gris très sombre (10 YR 3/2), légèrement humide *in situ* quelques taches d'oxydation brun jaune (10 YR 5/8) contrastées à limites nettes en trainées verticales et fines (< 5 mm de largeur), à débris organiques racinaires en forme de brindilles; quelques racines fines et moyennes (2-5mm) à orientation horizontale, à distribution généralisée; texture limono-argilo-sableuse à sable fin, poreux, avec des agrégats à pores peu nombreux très fins et fins (1-2mm); structure massive à sous-structure cubique peu nette; fissuration verticale de 5mm traversant l'horizon; présence d'éléments secondaires sous forme d'oxydes de manganèse en nodules, de taille moyenne (5-15mm), indurés environ 2%, transition diffuse.
- 85-2m Brun gris très sombre (10 YR 3/2), légèrement humide *in situ*, pas de racines. Quelques taches brun jaune, de même orientation, dimension et répartition que dans l'horizon précédent; texture limono-argilo-sableuse à sable fin très peu poreux avec des agrégats à pores peu nombreux. Structuration massive à sous-structure cubique, peu nette, avec des agrégats grossiers et moyens.

Description de profil/ P 6 /

- 1 2      - Topographie : Surface en cuvette, pas de pente locale < 0,5 %  
           - Drainage : moyen  
           - Roche-mère : Alluvions sablo-limoneuses  
           - Végétation : champ de mil (*panicum*), dans la partie non cultivée- *Vetiveria negritiana*.
- 0-20      Brun sombre (10 YR 4/3) sec, *in situ*; sans tache, à débris organique et à racines nombreuses fines et moyennes (2-5mm), à orientation oblique à distribution généralisée dans l'horizon pénétrant entre les agrégats; poreux avec des agrégats à pores nombreux très fins et moyens (1 → 5mm), texture limono-argileuse, structure massive tendant vers le cubique à sous-structure polyédrique peu nette, transition diffuse irrégulière.
- 20-60      Gris brun très sombre (10 YR 3/2) légèrement humide *in situ* à quelques taches d'oxydation brun jaune (10 YR 5/8) liées aux faces des unités structurales en trainées verticales, à largeur moyenne (5-15 mm) contrastées, à limites nettes, présence de quelques racines fines et moyennes (2-5mm), d'orientation oblique et à distribution généralisée; texture limono-argileuse, structure à tendance cubique à sous-structure, polyédrique, peu nette; poreux avec des agrégats à pores nombreux; transition graduelle irrégulière.
- 60-92      Brun jaune sombre (10 YR 4/4), légèrement humide *in situ*, à nombreuses racines fines et moyennes d'orientation oblique pénétrant entre les agrégats, poreux avec des agrégats à pores peu nombreux, quelques taches brun jaune (10 YR 5/8), trainées verticales, texture limono-sablo-argileuse à sable grossier, structure polyédrique nette, transition diffuse irrégulière.
- 92-135      Brun jaune sombre (10 YR 4/3) humide, *in situ*, quelques radicales de graminées (*Vetiveria negritiana*) fines et moyennes, d'orientation quelconque. Texture sablo-limoneuse à sable grossier; structure particulière peu nette, transition diffuse irrégulière.
- 135-180      Brun jaune (10 YR 5/6) très humide *in situ*, pas de racines, très poreux, à texture franchement sableuse à sable grossier, sans tache, structure particulière nette; présence d'une nappe phréatique à 160 cm. (semi-permanente 6 à 8 mois).



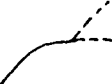
GARANGO



● Gogoma



Courbe de niveau



Cours d'eau

Ech. 1/20,000 environ

(voir légende P. 22)